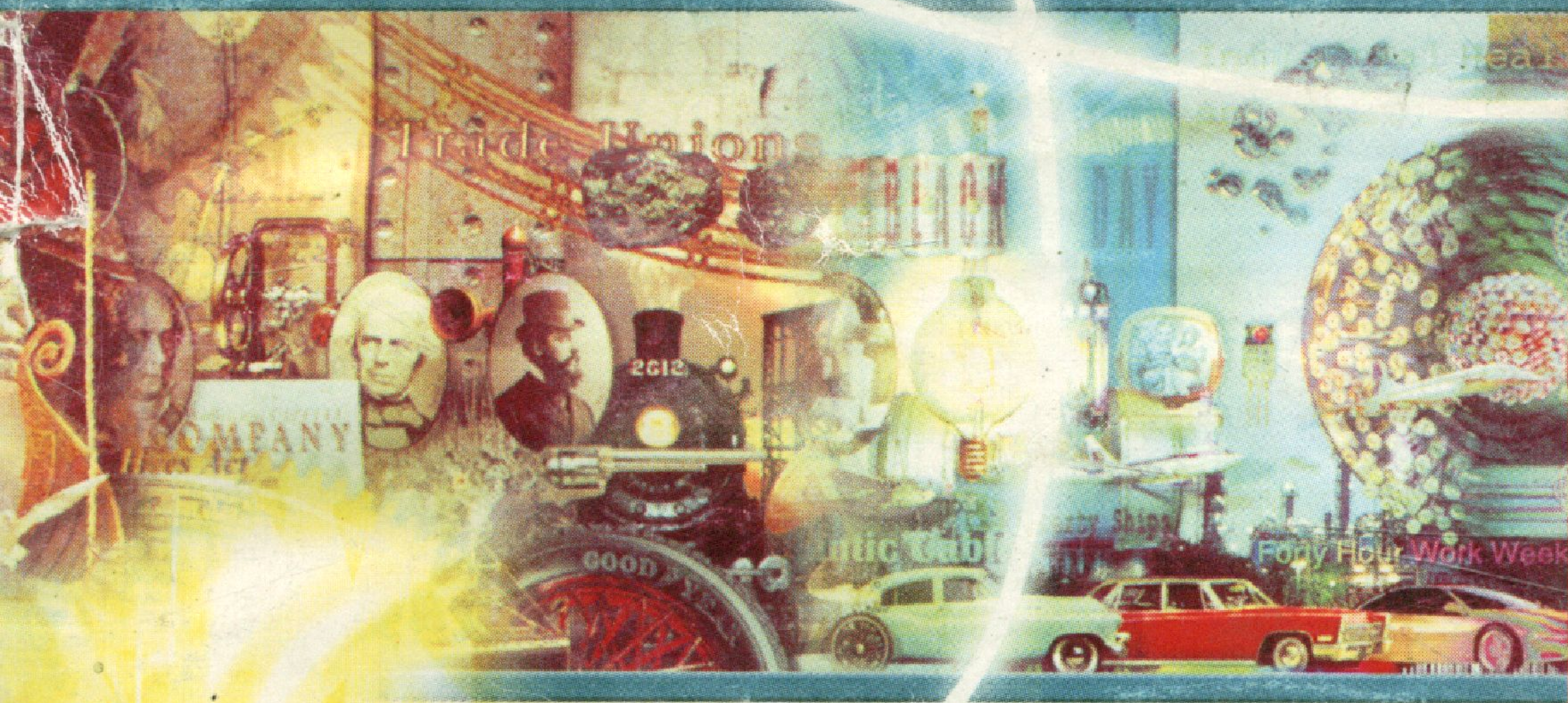
الانسان والطاقة عبر التاريخ

أ. د / توفيق محمد قاسم





مهرجان القراءة للجميع
للطفل - الشباب - الأسرة
جمعية الرعاية المتكاملة

مهرجان القراءة للجميع ٢٠٠٤
الأعمال العلمية
مكتبة الأسرة



إهـــــــــداء٢٠٠٩

المرحوم الدكتور/ محمد فتحي أحمد محمد سيد

جمهورية مصر العربية

الإنسان والطاقة عبر التاريخ

تأليف

أ.د. توفيق محمد قاسم



مهرجان القراءة للجميع ٢٠٠٤

مكتبة الأسرة

برعاية السيدة سوزان مبارك

(سلسلة الأعمال العلمية)

إشراف : حسان كمال)

الإنسان والطاقة عبر التاريخ

تأليف أ.د. توفيق محمد قاسم

الغلاف والإشراف الفنى :
للفنان : محمود الهندى
للفنان : محمد كامل
الإخراج الفنى والتنفيذ:
صبرى عبدالواحد
الإشراف الطباعى:
محمود عبدالمجيد
المشرف العام :
د. سمير سرحان

الجهات المشاركة :
جمعية الرعاية المتكاملة المركزية
وزارة الثقافة
وزارة الإعلام
وزارة التربية والتعليم
وزارة التنمية المحلية
وزارة الشباب
التنفيذ : هيئة الكتاب

السيدة التى جعلت من الكتاب وطناً !

د. سمير سرحان

مرت عشر سنوات منذ إنشاء «**مكتبة الأسرة**» وأذكر أنه كان يومًا مشهودًا، حين جلسنا مع عدد من المثقفين والوزراء والمفكرين حول تلك السيدة العظيمة التى كانت عيناها تشخص إلى السماء حيث أحلام كثيرة تدور بذهنها الذى لا يتوقف عن التفكير أبدًا.

كانت منذ سنوات قد أنهت رسالتها من الماجستير، التى كان من نتائجها ضرورة إصلاح أحوال المدارس الابتدائية، ورفع مستواها العلمى والتعليمى، وحتى مستوى الأبنية والخدمات.. فكان الأساس فى ذهنها، كما أدركت بعد ذلك معظم الدول الكبرى أن العملية التعليمية هى أهم ما يميز الأوطان، وأن الطفل الذى يمثل البذرة الأولى فى بناء مستقبل أى وطن هو البداية الحقيقية، كنا نتعجب جميعًا فى صمت ونحن جالسون حول تلك المائدة الصغيرة.. لماذا لم يفكر أحد من قبل فى الطفل، ولا أعنى صحته فقط، أو ما قد يصيبه من أمراض، أو مستوياته الاقتصادية

والاجتماعية.. لماذا لم يفكر أحد فى الطفل الإنسان؟! أى فى عقل الطفل ووجدانه، والانطباعات المختلفة، التى يكتسبها من عملية التعلم، وبخاصة من القراءة الحرة، وليس قراءة الكتب المدرسية فقط.

وكان الطفل المصرى فى ذلك الوقت معتادًا أن يمسك بالكتاب المدرسى ويصب عليه كل ما فى طاقته من كره وسخط، ويحفظه حفظًا آليًا بلا فهم، ويُفرّغ هذا الفهم على الورق لينجح وينتقل من سنة دراسية إلى أخرى، أما فى آخر السنة فكانت العادة أن يرمى الكتاب المدرسى من النافذة، كأنه قد تخلص من عبء ثقيل.

كانت السيدة العظيمة، التى قُدّر لها أن تعنى بمستقبل مصر، وأن تكرس حياتها لبناء هذا المستقبل، تفكر فى الطفل كإنسان، وكعقل، وكروح،... لقد اكتشفت أن كل ذلك لا يأتى إلا بالقراءة، والقراءة خارج المقرر الدراسى، كما لا يأتى أيضًا إلا من خلال كتاب يوضع فى يده ليحبه شكلاً ومضمونًا، ويحتضنه فى سريره وهو نائم، ويطلق من خلال المادة التى يقرؤها فيه، العنان لخياله، فيسافر من خلال هذا الكتاب إلى عالم سحرى من الأماكن والأفكار والمشاعر والرؤى.

لمعت العينان الذكيتان بعمق الفكرة، وأهميتها لوطن يبنى نفسه ويضع نفسه على مشارف القرن الحادى والعشرين، وبعد أربع سنوات من افتتاح المكتبات العامة فى الأحياء الفقيرة والمُعدَمة،

كانت الفكرة الرائدة قد اكتملت فى ذهنها فأصبحت سوزان مبارك صاحبة أعظم مشروع ثقافى فى القرن العشرين وأوائل الحادى والعشرين.. «**مكتبة الأسرة**».

وكانت فكرة مكتبة الأسرة بسيطة وعميقة فى نفس الوقت، وهى أن نقوم بغرس عادة القراءة فى نفوس ملايين أبناء الشعب الذين لم يكن الكتاب من قبل جزءًا من حياتهم.. وأعتقد أن هذا الهدف قد نجح تمامًا، فقد كان بعض من يسخرون من الشعب المصرى، محاولين الحط من قدره يصفونه بأنه شعب **الفول والطعمية**، وأعتقد أنه الآن وبعد عشر سنوات من صدور مكتبة الأسرة، أصبحوا يسمونه بلا تردد شعب الكتاب والقراءة والعلم والمعرفة.. لكن الهدف الأعمق والأسمى كان إعادة بعث التراث الأدبى والفكرى والعلمى والإبداعى الحديث لهذه الأمة، وهذا يؤكد بالفعل لا بالكلام ريادتها وقيادتها الثقافية والفكرية فى عالمنا العربى، كما يؤكد عظمة ما جاء به عصر التنوير المصرى لينقل العالم العربى كله من عصور الظلام المملوكية والاستعمارية إلى شعوب تعيش عصر العلم والتقدم، وتبنى شخصيتها الثقافية وحضورها الثقافى على مدى العالم..

وها قد أصبحت مكتبة الأسرة بعد عشر سنوات من الجهد المضنى والمتواصل تقدم أكثر من عشرة ملايين كتاب موجودة الآن فى كل بيت مصرى، تحمل صورة السيدة التى فكرت ونفذت هذه

الذخيرة من الفكر والإبداع التى تثرى عقل ووجدان كل مواطن طفلاً كان أم شابًا، ليس فى مصر فقط، وإنما فى العالم العربى كله.. وأصبحت المادة التى تضمها هذه الكتب هى أساس راسخ لتكوين مواطن المستقبل، وأصبحت معظم الدول العربية والمؤسسات الدولية تطلب تطبيق التجربة المصرية على أرضها.

هل كان مجرد حلم لسيدة عظيمة شخصت بنظرها إلى السماء باحثة عن المستحيل، أم كان مجرد حلم رائع، هائل القيمة والحجم وتحقق.. تحية لهذه السيدة العظيمة «**سوزان مبارك**»، واحترامًا وحبًا بلا حدود على قدرتها لتخيل المستقبل، وبناء إنسان جديد لوطن جديد.

وستظل صورة السيدة **سوزان مبارك** موجودة على كل كتاب، وفى كل بيت تُذكّر كل مصرى أن الحلم الحقيقى ليس بالمال، وليس بالتهافت على الماديات، إنما هو «**المعرفة**» وبدون معرفة فى هذا العصر لا يوجد وطن، وإذا فقد الإنسان الوطن فقد ذاته.. بل فقد كل شىء يربطه بهذه الحياة.

د. سمير سرحان

مقدمة

الطاقة هى عصب الحياة الإنسانية عبر العصور والأزمان هادفة راحة الإنسان ورفاهيته فى كل مكان . وهى مقياس للنمو الاقتصادى والتقدم العلمى والتكنولوچى والرقى الحضارى . وأيضًا مؤشرًا للرفاهية وحسن الأحوال للشعوب والبلدان .

وكما هو معروف فهناك شكلان رئيسيان للطاقة ، الأول هو الطاقة الانتقالية (Transitional) وهى طاقة متحركة . ومن أمثلتها الطاقة الحرارية ، والثانى هو الطاقة المختزنة (Stored) حيث توجد على هيئة كتلة مثل الطاقة الكيميائية أو موقع فى مجال قوة مثل جسم فى مجال الجاذبية الأرضية كطاقة الوضع . وبصفة عامة فتوجد عدة مجموعات أساسية من أشكال الطاقة المختلفة حيث تشمل : الطاقة الكهرومغناطيسية والطاقة الكيميائية والطاقة الحرارية والطاقة الميكانيكية وأيضًا الطاقة النووية والطاقة الكهربائية .

وتنقسم مصادر الطاقة الطبيعية والتى يستخدمها الإنسان إلى مصدرين رئيسيين : الأول هو الطاقة الفضائية والقادمة من خارج نطاق الكرة الأرضية والتى تصل إلى سطح الأرض من الفضاء الخارجى وتشمل الطاقة الكهرومغناطيسية وطاقة الجاذبية وأيضًا طاقة الجسيمات من النجوم والكواكب . ويمكن الاستفادة من الطاقة الفضائية فى الحصول على أشكال أخرى من الطاقة مثل الطاقة الشمسية وهى طاقة كهرومغناطيسية قادمة من الشمس . وأيضًا طاقة المد والجزر فى البحار والمحيطات وهى الناتجة من طاقة الجاذبية للقمر . ومن المفيد أن نذكر بأن مصادر الطاقة الفضائية هى مصادر دائمة ومتجددة بالإضافة إلى أنها طاقة نظيفة وغير ملوثة للبيئة .

أما المصدر الثاني للطاقة فهو الطاقة الأرضية وهى متوافرة سواء على سطح الأرض أو فى باطنها . وتشمل الطاقة الكيميائية مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعى . وأيضًا الطاقة النووية والتى يمكن الحصول عليها نتيجة للتفاعلات النووية سواء الانشطارية أو الاندماجية , ونضيف كذلك الطاقة الحرارية الجوفية والتى توجد في باطن الأرض على هيئة بخار أو ماء حار أو صخور صلدة حارة .

وبعد فهذا هو مؤلفنا الثالث فى منظومة الثقافة العلمية وتبسيط العلوم حيث تشمل أولى هذه المنظومة كتاب بعنوان «البترول والحضارة» . أما الكتاب الثانى فى هذه المنظومة فهو بعنوان «التلوث مشكلة اليوم والغد» . وقد أمضينا الوقت وبذلنا الجهد هادفين بذلك إلى مساهمة متواضعة فى نشر الثقافة العلمية بين جموع مواطنينا الكرام وفى ربوع بلادنا الحبيبة مصر وأيضًا أمتنا العربية الكريمة ، مع الأخذ فى الاعتبار الأسلوب العلمى طريقًا ومنهجًا وهو السبيل الوحيد للتقدم والإرتقاء فى كافة مجالات الحياة .

والله ولى التوفيق ،،،

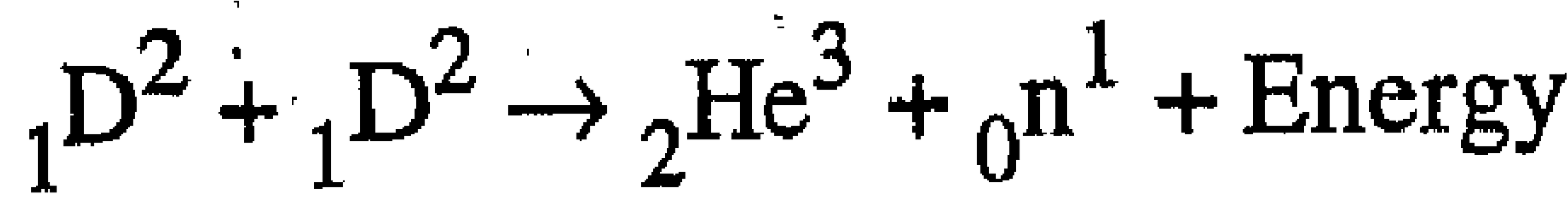
أ.د. / توفيق محمد قاسم

تمهيد

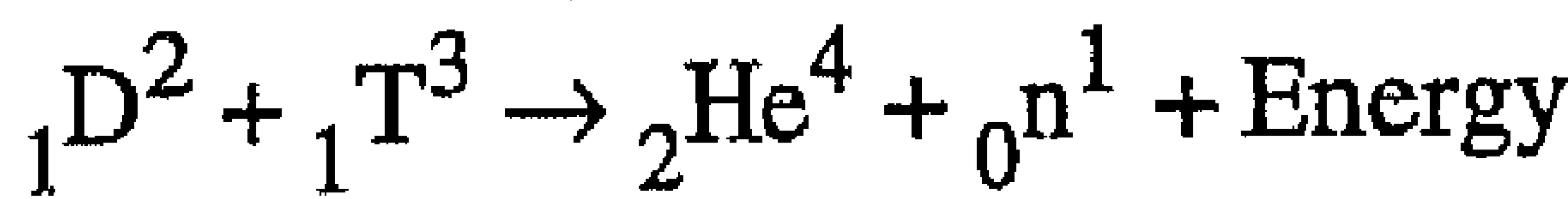
الطاقة الشمسية (Solar Energy) :

من المعروف أن الشمس هى المصدر الرئيسى للطاقة فى كوكبنا الأرضى . كذلك فنحن تعرف أن الشمس يحدث بها تفاعلات نووية اندماجية (Nuclear Fusion Reactions) بين أنوية ذرات الهيدروجين بسبب ضعف قوى التنافر بين هذه الذرات لاحتواء أنوية ذراتها على بروتون واحد . وينتج عن هذه التفاعلات طاقة هائلة حيث يصل جزء ضئيل منها إلى سطح الأرض والذى يكفل الحياة الإنسانية والحيوانية والنباتية وأيضًا هو الأصل لمعظم مصادر الطاقة المعروفة لنا والمختزنة منذ ملايين السنين مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعى .

ومن أمثلة هذه التفاعلات النووية الاندماجية نذكر :



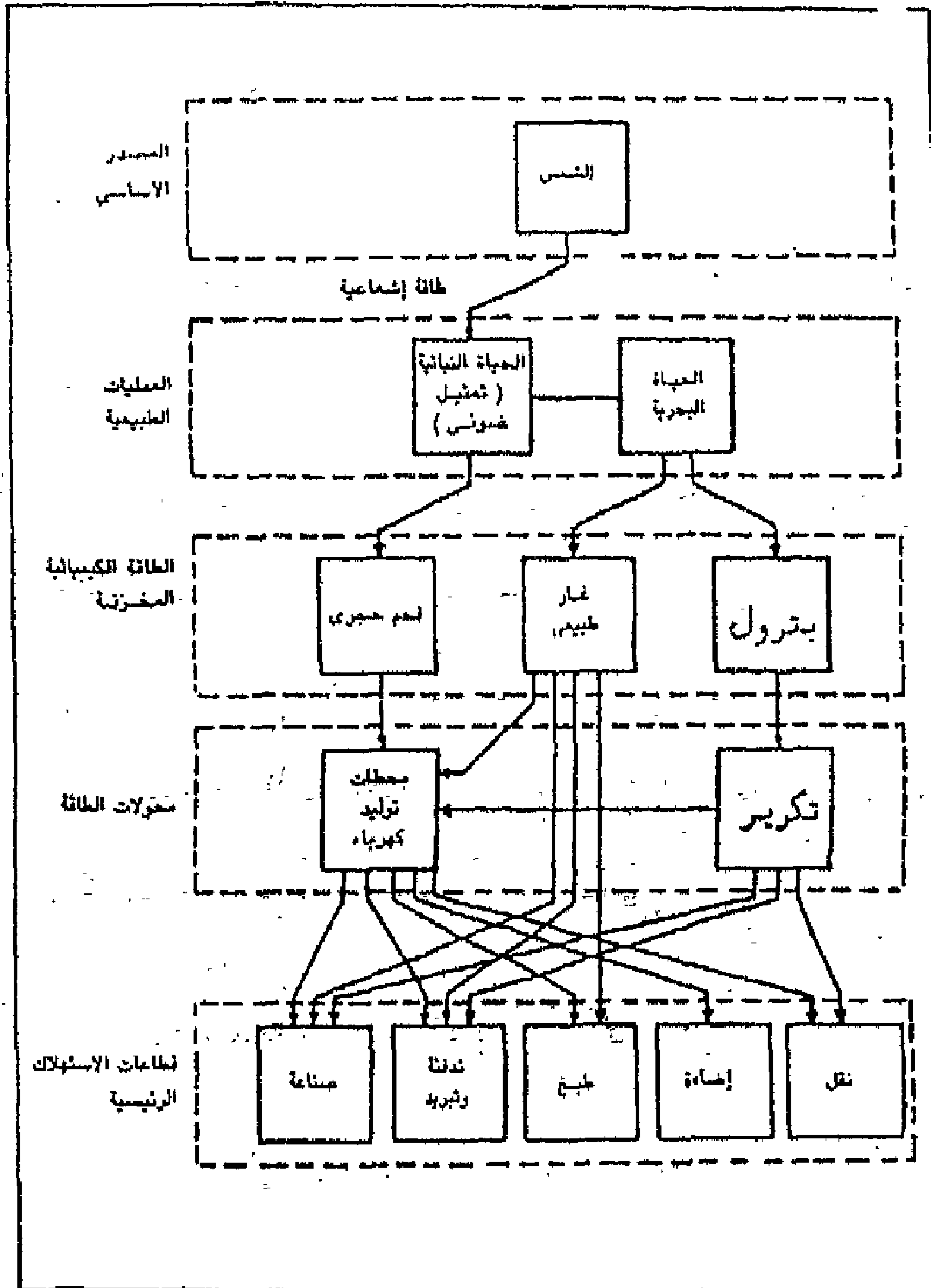
$$_1D^2 + {}_1D^2 \rightarrow {}_2He^3 + {}_0n^1 + \text{Energy}$$



$$_1D^2 + {}_1T^3 \rightarrow {}_2He^4 + {}_0n^1 + \text{Energy}$$

ففى التفاعل الأول يحدث اندماج بين نواتى ذرتى الديوتيريوم $({}_1D^2)$ (Deuterium) وينتج أحد نظائر عنصر الهليوم $({}_2He^3)$ ،

بينـــما التفــاعل الثانـــى فيحدث بـــين نواة ذرة ديوتيـــريوم ونواة ذر
تريتيوم ($_1T^3$) (Tritium) وينتج نظير الهليوم ($_2He^4$) .



الشمس المصدر الرئيسى للطاقة

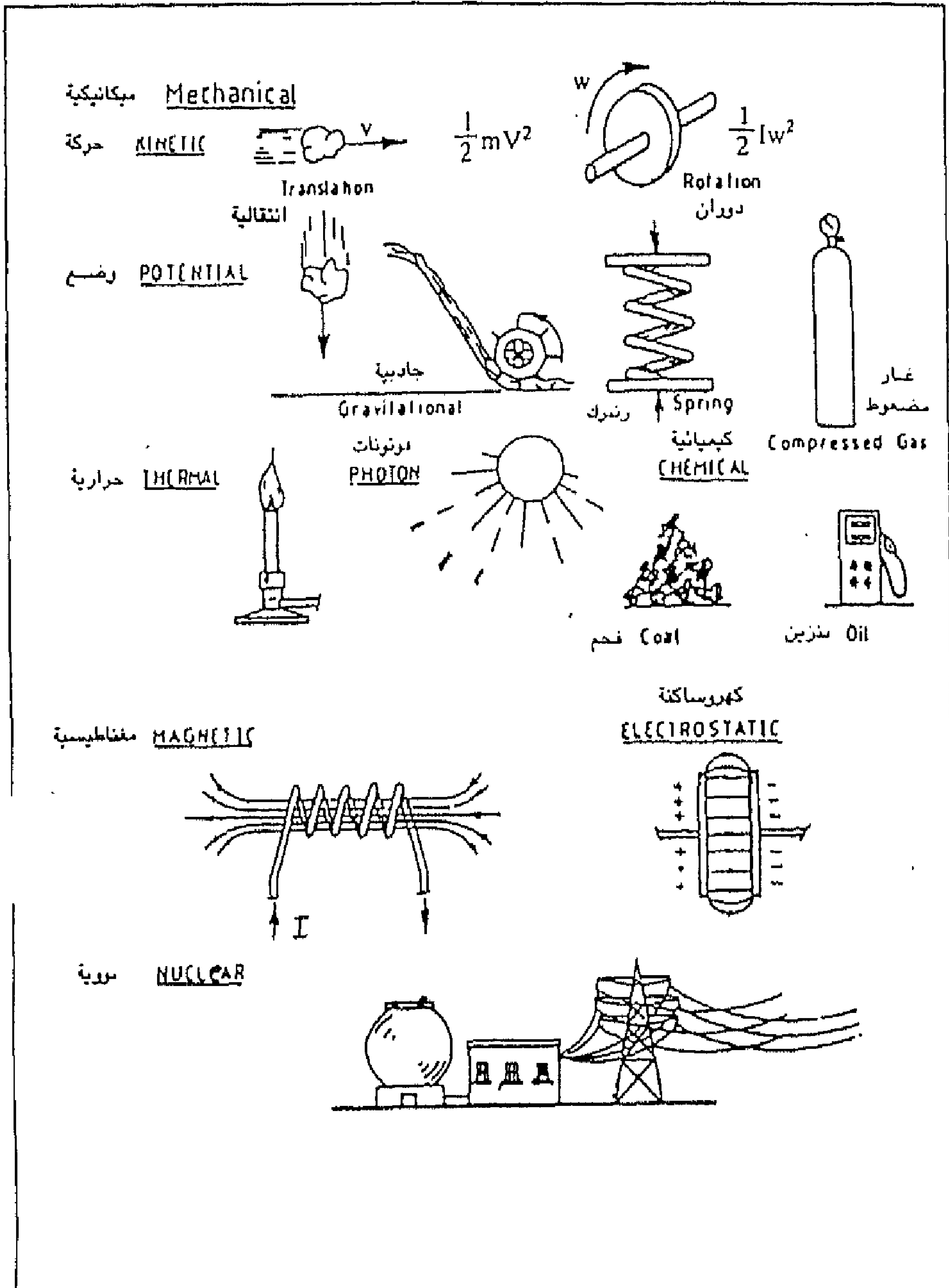
التمثيل الضوئى (Photosynthesis) :

ليس بجديد أن نذكر أن هذه العملية الحيوية الجليلة هى إحدى النعم الكبرى التى وهبها الله سبحانه وتعالى للإنسان وهو سيد مخلوقاته حيث أنه بدونها لما كانت هناك حياة على سطح الأرض . وهذه العملية تحدث من خلال النباتات الخضراء حيث تمتص غاز ثانى أكسيد الكربون من الهواء عن طريق ما يسمى بالثغور (Stomata) الموجودة فى أوراقها الخضراء . بينما تمتص الماء والأملاح المعدنية من التربة بواسطة الجذور . وفى وجود مادة الكلوروفيل (Chlorophyll) والطاقة الشمسية (Solar Energy) يصنع أولاً المواد الكربوهيدراتية مثل النشا ومنها تنتج المواد الدهنية والمواد الأزوتية . وخلال هذه العملية ينطلق غاز الأكسوجين .

ومن السياق السابق ذكره نرى أن النباتات الخضراء تعمل كوسيط لاختزان الطاقة الشمسية بعد تحويلها إلى طاقة كيميائية (Chemical Energy) ومنها تنتقل هذه الطاقة إلى الحيوانات والتى تعتمد فى تغذيتها على النباتات . وأخيراً يأتى الإنسان والذى يتغذى على كل من النباتات والحيوانات حيث يستفيد من الطاقة المختزنة بهما محققًا ما يعرف بهرم الطاقة (Energy Pyramid) .

ومن المفيد أن نذكر فى هذا الصدد أن تـراكم الكميات الهائلة من بقايا الحيوانات والنباتات منذ ملايين السنين حيث تحولت ببطئ تحت تأثير الـضغط العالى والحرارة المرتـفعة وفعل البكتـيريا وربما بعض النشاط الإشعاعى إلى زيت البترول والغاز الطبيعى .

أما الفحم فهو يـنتج من تحلل النباتات بفعـل العوامل السابق ذكرها . وهكذا فإننا نرى الطاقة الشمسية هى الأصل لبعض أنواع الوقـود التقـليديـة غير المـتجـددة مثل الـفحم والـبترول والـغاز الطبيعى.



بعض الصور المختلفة من الطاقة

الباب الأول

الفحـــم

الباب الأول

الفحـــم

(Coal)

مقدمة :

عرفت البشريـة الفحم منذ مئات السنين . كـما زاد استهلاكه بدرجة كـبيرة بعد الثـورة الصناعيـة فى أوروبا حيث استـخدم فى صهر المعادن وتولـيد الطاقة من البخار . وقد ظل الفـحم محتفظًا بالمـرتبة الأولـى بين مصـادر الطاقة المـستخـدمة فى الـعالم حـتى الخمسـينات من القرن الـعشرين إلى أن احـتل البترول مكـانه فى الصدارة بسـبب توافره بأسعار رخيـصة وسهولة نقل الـبترول من أماكن استخراجه إلى أماكن استهلاكه .

ولكـن بعد حـرب السادس مـن أكتـوبر المجيـدة عام ١٩٧٣ ميـلادية (العاشر من رمـضان عام ١٣٩٣ هجرية) ارتفعـت أسعار البترول بـصورة لم تحدث من قبل وأيـضًا احتياج الإنسان المـستمر لمزيد من الطاقة لجأت بعض الدول مرة أخرى إلى استخدام الفحم

سواء بحالته الطبيعية أو بعد تحويله إلى غازات أو سوائل بترولية وخاصة أن الاحتياطى العالمى للفحم هائل حيث يقدر الخبراء بعدم نضوبه قبل عام ٢٥٠٠ ميلادية على الأقل . وبديهى فهذا الرأى قابل للتغير وفقًا لمعدلات الاستهلاك العالمى للفحم وأيضًا لكميات الفحم المقدر اكتشافها مستقبلاً وإضافتها إلى الاحتياطى العالمى للفحم .

أصل تكوينه (Origin of Coal) :

كلنا نعرف العملية الحيوية والمعروفة بالتمثيل الضوئى (Photosynthesis) والتى فيها تمتص النباتات الخضراء الماء من التربة الزراعية كما تمتص غاز ثانى أكسيد الكربون من الهواء الجوى المحيط بها عن طريق الثغور الموجودة فى أوراقها الخضراء. وبفعل الطاقة الشمسية (Solar Energy) الصادرة من الشمس وفى وجود مادة الكلوروفيل الخضراء (Chlorophyil) تتكون المواد السكرية والنشوية . وبفعل بعض التفاعلات البيوكيميائية داخل النبات يتكون أيضًا المواد الدهنية والبروتينية .

وعند موت هذه النباتات وتراكمها فى باطن الأرض أسفل طبقات هائلة من الرمال والطين وبفعل الضغط الشديد ودرجة

الحرارة المـرتفعة فـى باطن الأرض وبـعيداً عـن أكسوجين الـهواء وأيضًا وبمرور ملايين السـنين فإنها تتحول فى نهـاية المطاف إلى ما يعرف بالفحـم الحجرى (Coal) .

ومن السيـاق السابق ذكره يتضح لـنا أن الطاقة الشمـسية هى مصدر الـطاقات الأخرى حـيث أن الفحـم قد اختزن فـى داخله معظم الطـاقة الشمسية والتى سبـق للنبات أن امتصها أثنـاء عملية التمثيل الضوئى .

ويتركب الفحم أساسًا من عنـصر الكربون والذى يوجد عادة بنسبة متغيرة وفقًا لنوع الفحـم وجودته . كما يحتوى على القليل من الـعناصر المـعدنيـة وبعض المواد المـتطايـرة إضافة إلى بـعض الشوائب . وعلى ذلـك فتركيب الفحم عادة يختـلف من بلد إلى أخر وفقًا لتغير نسب المواد المشار إليها .

أنواع الفحم (Types of Coal) :

يوجـد أربعة أنـواع من الـفحم المـتواجد طـبيـعيًا فى بـاطن الأرض. النوع الأول ويعرف باسم الأنثراسيت (Anthracite) وهو أفضل أنواع الفحم حيث تبلغ نسبة الكربون به حوالى ٩٠ ٪ على

الأقل. وتقل كــذلك نسبة الرطــوبة به . وهذا النوع مــن الفحم يتميز بلونه الأسود الداكن ولمعــانه الشديد . وهو بطيئ الاشتعال والاحتراق عن الأنواع الأخرى من الفحم . ولكنه أعلى منها فى القــيمــة الحراريــة ، وفحــم الانثراســيت يــعطــى لونًا أزرقًا عــند الاشتعال كما لا ينتج عنه دخانًا يذكر أو رماد وذلك لعدم احتوائه تقريبًا على الشوائب المعدنية .

والنوع الثانى فــيعرف باسم الفحم البتــيومينى (Bituminous) حيث تــصل نسبة الــكربون به إلــى نحو ٧٥ ٪ بالــوزن . وتزداد نسبــة الرطوبة به عن فــحم الانثراسيــت ولكنها تقــل عن الأنواع الأخرى مــن الفحــم . وهو سهــل الاشتعــال والاحتراق حــيث يشــتعل بــلهب أصــفر ومدخن مــع تصاعــد بعض الــغازات ذات الرائحة النــفاذة مثل ثانى أكسيــد الكبريت الناتج عن أكــسدة ما به من نسبة صغيرة من الكبريت .

أمــا الــنوع الثــالــث فيــعــرف بالــفحــم تحــت البــتــيومــينــى (Sub-Bituminous) وتــصل نــسبــة الكــربون بــه حوالــى ٤٥ ٪ بالوزن. كما يحتوى على نسبة مــن الرطوبة أعلى منها عن الفحم البتيومينى .

وأخيراً فالنوع الرابع من الفحم فيعرف باسم اللجنيت (Lignite) وهو الأقل جودة فى أنواع الفحم الأخرى وبه أقل نسبة من الفحم . ولذلك فهو يحتوى على نسبة عالية من بقايا النباتات . والتى تكسبه اللون البنى الغامق . كما يحتوى على نسبة عالية من الرطوبة والمواد المتطايرة ولذلك فإن القيمة الحرارية له منخفضة .

الاستخدامات المختلفة للفحم (Uses of Coal) :

كما هو معروف فإن للفحم استخدامات كثيرة . حيث استخدم فى عمليات التدفئة والتسخين واعداد الطعام فى المنازل وأيضاً كمصدراً للطاقة فى المصانع وتشغيل محطات الكهرباء بالإضافة إلى استخدامه فى استخلاص بعض الفلزات .

وترجع أهمية الفحم لا كمصدراً من مصادر الطاقة فحسب بل هو مصدراً للعديد من المواد الكيميائية والتى تدخل فى الكثير من الصناعات الهامة فى حياة الإنسان .

وهناك مصادر أخرى للطاقة تنافس الفحم بل أصبحت الآن لها الغلبة والسيادة فى الاستخدامات المختلفة مثل زيت البترول

والغاز الطبيعى . ومن هنا جاء التفكير فى تحويل الفحم من حالته الصلبة إلى الحالة الغازية والسائلة .

وتحويل الفحم إلى وقود غازى هام للغاية حيث يسهل استعماله كمصدر للطاقة حيث يمكن نقل الغازات بواسطة خطوط الأنابيب من مكان إلى آخر . ومن أمثلة هذه الغازات نذكر الآتى :

١ - غاز الماء (Water Gas) :

وهذا الغاز يعرف أحيانًا بالغاز الأزرق لأنه يشتعل عادة بلهب أزرق ويحضر بإمرار تيار من بخار الماء فوق الساخن على الفحم الساخن لدرجة حرارة عالية تبلغ حوالى ١٠٠٠°م . وهذا الغاز يتكون من خليط من غازى الهيدروجين وأول أكسيد الكربون . وأيضًا نسبة ضئيلة من غاز ثانى أكسيد الكربون .



$$C + H_2O \rightarrow H_2 + CO$$

٢ - الغاز المنتج (Producer Gas) :

ويحضر هذا الغاز بإمرار خليط من الهواء وبخار الماء فوق الفحم المسخن لدرجة حرارة عالية ، والغاز المنتج يحتوى على

غازى الهيدروجين وأول أكسيد الكربون كما يحتوى على نسبة عالية (حوالى ٥٠ ٪ من وزنه) من غاز النتروجين . لذلك فإن القيمة الحرارية للغاز المنتج منخفضة نسبيًا بالمقارنة لغاز الماء .

إنتاج الوقود السائل من الفحم

(Liquid Fuel From Coal`

يمكن إعتبار الفحم مادة هيدروكربونية فقيرة فى الهيدروجين . ولذلك ففى ظروف خاصة يمكن تحويل الفحم عند معالجته بالهيدروجين إلى وقود سائل يشبه إلى حد كبير زيت البترول . وفي عام ١٩١٣م قام العالم الألمانى برجيوس (Bergius) بتحويل الفحم إلى زيت في وجود غاز الهيدروجين وتحت ضغط مرتفع . وقد استخدم الألمان هذه الطريقة فى الحصول على زيت شبيه بالبترول خلال الحرب العالمية الثانية . وفى هذه الطريقة يطحن الفحم جيداً ويضاف إليه بعض الزيوت والمحتوية على العامل المساعد حيث يمرر غاز الهيدروجين فى هذا الخليط تحت ضغط مرتفع وعند درجة حرارة حوالي ٤٦٠°م . وتفصل المكونات الناتجة إلى سوائل ثقيلة وأخرى غازات هيدروكربونية متطايرة . والسوائل الثقيلة تقطر مرة أخرى إلى جازولين وزيت متوسط

وآخر ثقيل بالإضافة إلى ذلك ينتج مواد أخرى مثل الفينول والكريزولات .

والطريقة الثانية لإنتاج الوقود السائل من الفحم تعرف باسم فيشر - تروبش (Fischer-Tropsch Process) وفيها يتم إمرار خليط من بخار الماء فوق الساخن (Super-heated) والأكسوجين فوق الفحم الساخن حيث يتحول الفحم إلى غاز الماء (Water Gas) والمكون من خليط من غازى الهيدروجين وأول أكسيد الكربون .

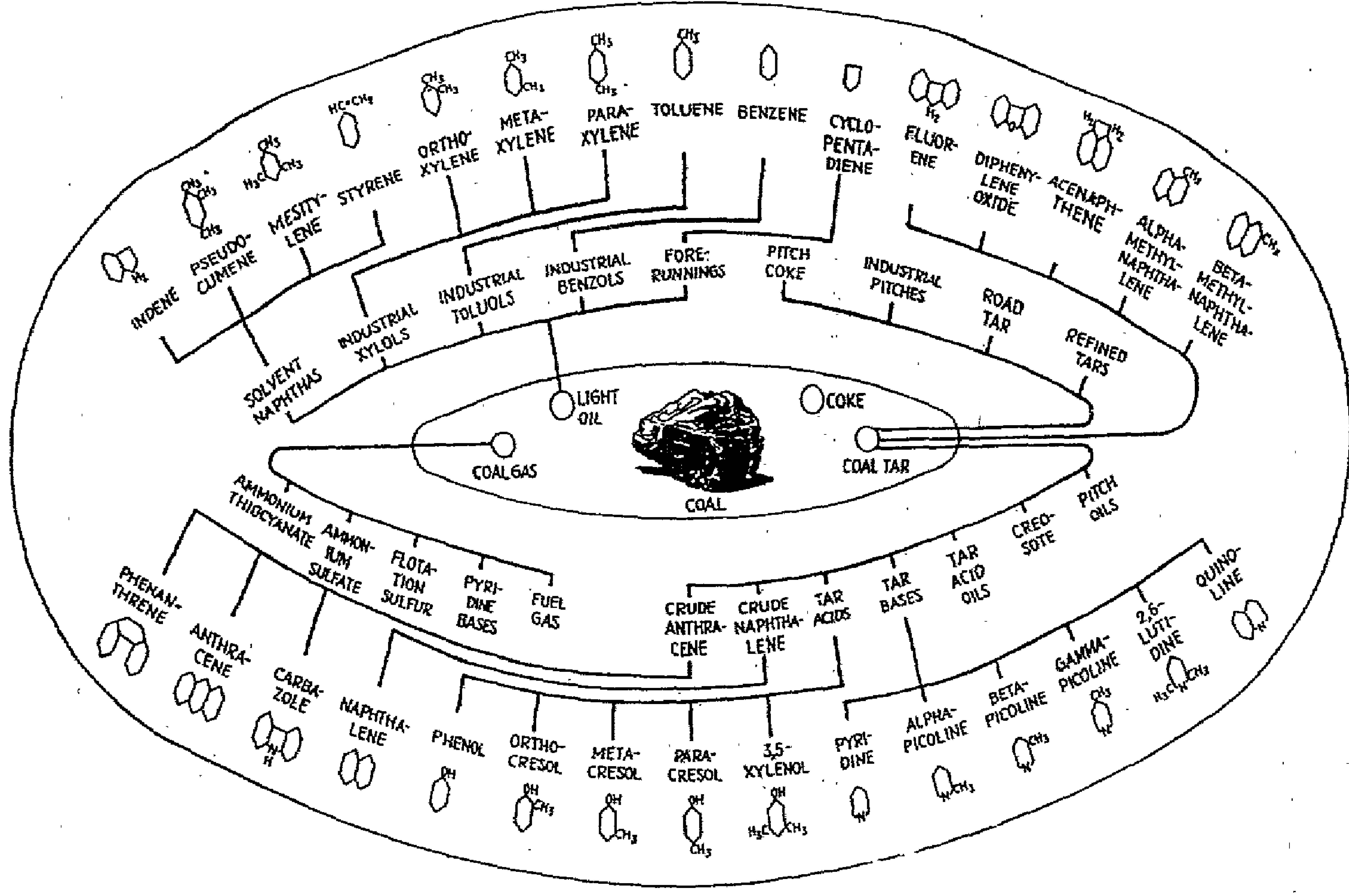
وبإمرار هذا الخليط فوق عامل مساعد يتحول إلى سائل شبيه بزيت البترول وهو يتكون من خليط من المواد الهيدروكربونية والقليل من المركبات الأكسوجينية مثل الكحولات والكيتونات . ويطلق على الزيت الناتج اسم سنتول (Synthol) .

وقد استخدم الألمان هذه الطريقة خلال الحرب العالمية الثانية فى إنتاج الكثير من الوقود مثل الجازولين وزيت الديزل وأيضًا زيوت التشحيم والشموع بالإضافة إلى بعض المركبات الأخرى مثل الكحولات والأحماض الدهنية . ومن هذه الكحولات والأحماض الدهنية استطاع الألمان تحضير المنظفات الصناعية والصابون وأيضًا السمن الصناعى .

إنتاج الكيماويات من الفحم (Chemicals From Coal) :

ترجع أهمية الفحم لا كمصدراً هامًا من مصادر الطاقة فى الوقت الحاضر فحسب . بل كمادة أولية للحصول على العديد من المواد الهامة والتى كثير إستخدامها فى مختلف مجالات الحياة . وللحصول على هذه المواد من الفحم تجرى له عملية تحلل حرارى بعيدة عن الهواء وتعرف بعملية التقطير الاتلافى للفحم (Distructive Distillation) حيث ينتج مواد غازية وسائلة وصلبة. وهذه المواد تختلف فى طبيعتها وكميتها وفقًا لنوع الفحم المستخدم وأيضًا درجة الحرارة المستعملة . والمواد الغازية تعرف باسم غاز الفحم (Coal Gas) والذى يحتوى على غازات الميثان والايثان وبعض الأوليفينات الغازية مثل الاثيلين وغازات الهيدروجين وأول وثانى أكسيد الكربون والنتروجين . وغاز الفحم يستخدم مباشرة كوقود . كما يعتبر مادة أولية للحصول على بعض المواد المستخدمة فى بعض الصناعات .

أما المواد السائلة فهى نوعان . الأول يعرف باسم السائل النوشادرى (Ammonia Liquor) حيث تعالج بحامض الكبريتيك منتجة كبريتات الأمونيوم والتى تستخدم كسماد نيتروجينى فى زيادة خصوبة الأرض الزراعية .



نواتج التقطير الاتلافى للفحم الحجرى

والسائل الثانى فيعـرف باسم قطران الفحم (Coal-tar) حيث يتم تـقطيره وفـصله إلى أربـعة مقطـرات . الأول يعرف بالـزيت الخفيف (Light Oil) وهو يحتوى عـلى الهيدروكربونات الـعطرية مثـل البنـزين والطولـوين والزيـلينـات . والثانى يـعرف بالـزيت المتوسط (Middle Oil) ويحـتوى على الـفينـول كمادة أساسـية والكريزولات والزيلـينولات . والمقطر الثالث يعـرف باسم الزيت الثقيل (Heavy Oil) ويحتوى على نسبة عالية من النفتالين والقليل من الميثيـل نفتالين والداى ميثيـل نفتالين والاسيناثـين . أما المقطر الرابع فيعرف بـزيت الانثراسين (Anthracene Oil) ويحتوى على مادة الانـثراسين بـالإضافة إلـى مركـبات أخرى مـثل الكـربازول والفينانثرين والبيرين والفلورانثين .

كما يـنتج أيضًا من عمـلية تقطيـر قطران الفحم مـادة تعرف باسم القار (Pitch) وهى مادة سوداء الـلون تستخدم كـمادة عازلة وفى رصف الطرق .

ويلـزم هنا فى هـذا الصدد أن ننـوه أن قطران الفـحم يعتـبر مصدرًا كبيرًا للحصول على الكثير من المواد الأولية والتى ذكرناها من قبل والتى تصنع وتحول إلى العـديد من المنتجات الهامة والتى يكـثر استخـدامها فى مـختلف مـجالات الحياة والـتى منهـا مواد

المنظفات الصناعية والمبيدات الحشرية والفطرية والعشبية والعقاقير والأصباغ وبعض أنواع البوليمرات والمواد المطهرة والمذيبات والمفرقعات وغير ذلك الحديد من المواد التى يكثر استخدامها فى كافة مجالات حياتنا المعاصرة .

وأخيراً فإن المادة الصلبة الناتجة من عملية التقطير الاتلافى للفحم فهو فحم الكوك (Coke) والذى يستخدم بكثرة فى عمليات استخراج الحديد من خاماته .

الباب الثانى

البترول

الباب الثانى

البترول

(Petroleum)

مقدمة :

عرف الإنسان البترول منذ قديم الزمان واستخدمه الأقدمون فى كثير من البلدان مثل فارس والهند والصين ومصر واليونان وغيرها من البلدان . وكان المؤرخ القديم هيرودوت أول من حدثنا عن البترول حيث ذكر لنا بئراً تنتج ثلاثة من المواد هى الأسفلت والزيت والملح حيث كانت تعالج بطريقة بدائية للغاية حيث يتجمد الأسفلت والملح ثم يجمع الزيت ذى اللون الأسود والرائحة النفاذة .

وقد استخدم قدماء المصريون القار حيث كان يغمسون فيه أربطة المومياوات . وأيضًا كانوا يستعملونه فى تحنيط جثث الموتى حتى تبقى سليمة خالدة .

ويخبرنا أيضًا تاريخ الأديان أن نوحًا عليه السلام قد طلى سفينته بالقار لمنع تسرب الماء إليها حماية لمن تحمله من الأحياء .

كما عرف البتـرول الهنود الحمر حيث استخدمـوه مشتعلاً فى حفلاتهم الدينية وهو يطفو على سطح الماء . كما كان يستخدمونه كذلك فى علاج المـفاصل من الروماتزم وأيضًا فـى علاج القروح والحروق .

وقد عرف الأمريكيون أيضًا البترول أثناء استخراجهم للملح. حيث كـان استخراج الملح هـدفهم الأول دون البتـرول . وبمضى الأعوام بدأ اهتمام رجال المال والصناعـة بالبحث عن البترول إلى أن كان كشـف دريك (Drake) الهام والـتاريخى فـى عام ١٨٥٩ ميلادية عن أول بئر فى الولايات المتـحدة الأمريكية بل فى العالم بأكمله وله أهمية اقتصادية وتجارية .

والبتـرول هذا الذهب الأسود والسـائل السحرى هـو عصب الحضارة المعاصرة والمؤثر القوى لإثراء الحياة وتقدم البشرية ورخاء الإنسان المعاصر .

. وترجع أهمـية البترول لا كمـصدرًا من أهم المصادر الحـيوية للحصول على الطاقة فى الوقت الحاضر فحسب . بل كمادة أولية للحصول على العديد من المواد الهـامة والتى يكثر استخدامها فى مختلـف مجالات الحياة والتـى يطلق عليـها اسم البتروكـيماويات (Petrochemicals) فقد استطاع الكيميـائيون الحصول على العديد من هذه المواد مثل البلاستيك والمطاط الصناعى والألياف الصناعية

المختلفة والمنظفات الصناعية والمبيدات الحشرية والفطرية والعشبية والأسمدة والعقاقير والأصباغ والمذيبات وزيوت التزييت وبعض الأغذية الصناعية وغير ذلك العديد من المواد التى يكثر استخدامها فى كافة مجالات حياتنا المعاصرة .

أصل ونشأة البترول (Origin of Petroleum) :

يتكون البترول أساسًا من المواد الهيدروكربونية أى المحتوية على الكربون والهيدروجين بالإضافة إلى وجود بعض العناصر الأخرى بكميات قليلة مثل الأكسوجين والكبريت والنتروجين . كذلك يوجد بعض المعادن بكميات ضئيلة للغاية كالحديد والفانديوم والمغنسيوم .

وتوجد نظريتان لتكوين البترول - **الأولى** : تعرف بالنظرية غير العضوية . **والثانية** : تعرف بالنظرية العضوية . ويتكون البترول وفقًا للنظرية الأولى من تفاعل ثانى أكسيد الكربون والماء مع الفلزات القلوية . أو بتفاعل كربيدات الفلزات مع الماء منتجة المواد الهيدروكربونية . ومن أمثلتها تفاعل كربيد الألومنيوم مع الماء منتجًا غاز الميثان . وأيضًا تفاعل كربيد الكالسيوم مع الماء حيث ينتج غاز الاستيلين .

أما النظرية العضوية فتفترض تكوين البترول من تراكم الكميات الهائلة من بقايا الحيوانات والنباتات البحرية حيث تتحول ببطئ تحت تأثير الضغط العالى والحرارة المرتفعة وفعل البكتيريا وربما بعض النشاط الإشعاعى إلى مواد صلبة وسائلة وغازية مركبة من الكربون والهيدروجين بالإضافة إلى بعض المعادن مكونة زيت البترول .

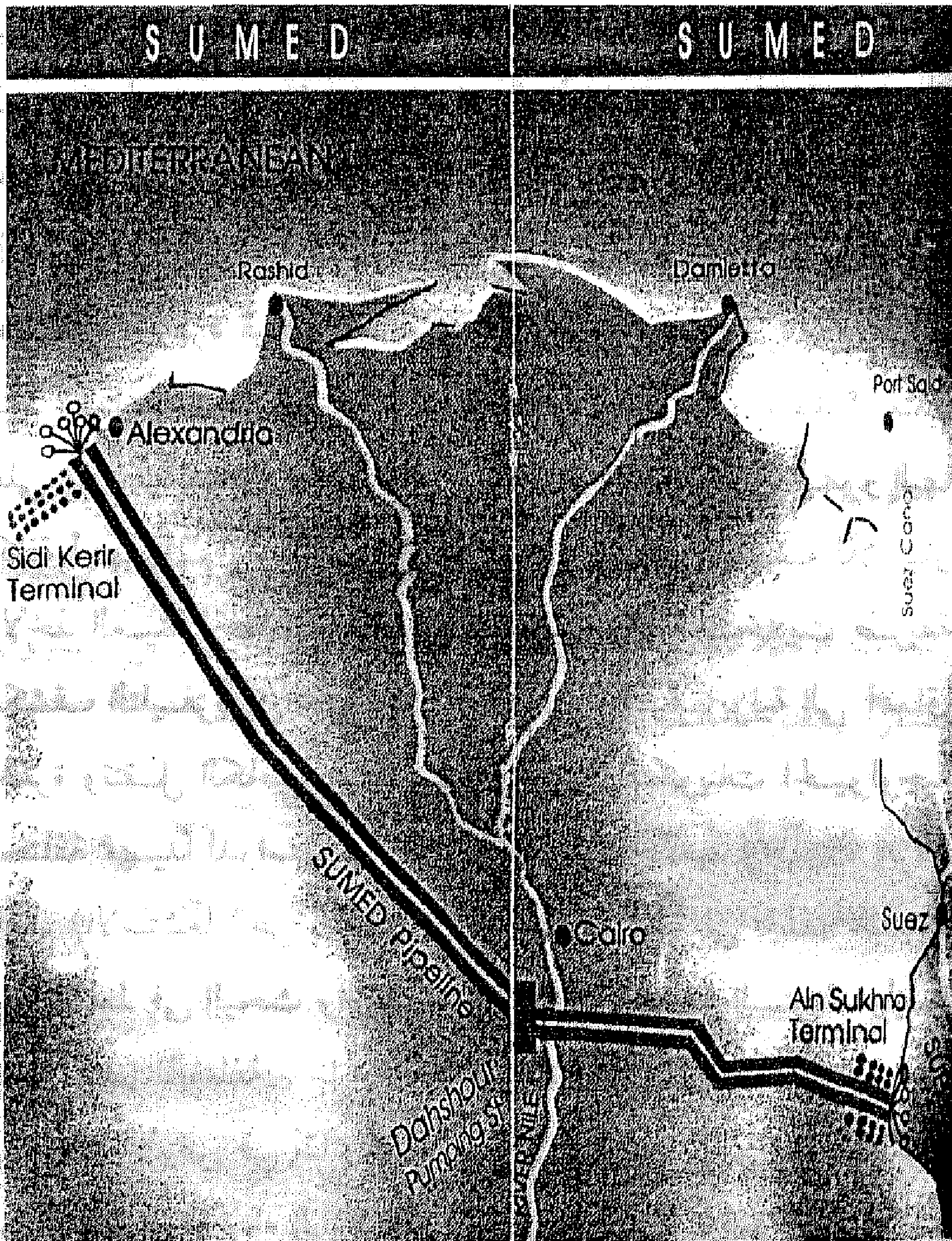
وكلا من النظريتين له من يؤيدهما من العلماء والباحثين . كما يوجد أيضًا من يعارضهما . ولكل فريق منهما ما يقدمه لإثبات صحة دعواه ومازال الخلاف فى أصل تكوين البترول مستمرًا ومفتوحًا للمزيد من الآراء .

البحث عن البترول واستخراجه ونقله :

(Expoloration, Production and Transportation)

فى البداية لم يكن الكشف عن البترول يعتمد فى العهود الأولى إلا على المصادفة البحتة وحدها حيث كانت الآبار فى ذلك الحين تحفر من أجل الحصول على الملح . وابتدأ البحث عن البترول واستخراجه فى منتصف القرن التاسع عشر وكان ذلك فى ولاية بنسلفانيا بالولايات المتحدة الأمريكية حيث بدأ حفر أول بئر

بتــرولى واستغــلاله . وعمــليات الــبحث عن الــبترول ســواء فى الصحراء أو فى مياه البحار من العمليات الشاقة والباهظة التكاليف حيث يقوم الجـيولوجيون والجيوفيـزيقيون بأعمال المســح لمسافات شاسعة من الأراضى بواسطة طائرات الاستكشاف مستعينين بآلات التصوير وأجهزة قياس المغنطيسية الأرضية ورسم الخرائط والصور التى تـساعدهم فى البـحث عن الحقول البـترولية . وعند الـعثور على مناطـق يحتمل وجود البترول فيـها ينتقلون على الــفور إليها بكافة أجهـزتهم ومعداتهم حيث يـحفرون الحفر العميقـة للاختبار ولأخذ العـينات من تـربتها لـتحليـلها . وقد اسـتخدمت طـريقة الكشف التليـفزيونى حيث ترسل الأجهزة التليفـزيونية إلى أعماق الحفرة وتنقــل الكاميرا التليفزيـونية صورًا للتكوينات الجـيولوجية المختلفة تمهـيدًا لدراستها . وحديثًا نشأ علم جـديد وحديث يعرف باسم (الاستشعار عن بُعد) ومن ثماره الـعظيمة فى خدمة البشرية ليس فقـط فى البحث والتنقـيب عن أماكن تواجد الـبترول وأيضًا عن المعادن المختلفة . بل أمكن تحـديد أماكن تواجد المياه الجوفية فى باطن الأرض فى بقاع كثيرة من العالم الأمر الذى يحول الكثير من الصحراء الجدباء إلى أراضى زراعية وحقول خضراء حيث يعم الخير والرخاء للإنسانية جمعاء .



خط أنابيب سوميد لنقل البترول الخام

وعند العثور على أماكن تواجد البترول تقوم الشركات المتخصصة باستغلال الحقول البترولية واستخراج البترول منها حيث تقوم بإنشاء الأبراج العالية فوق مواضع الآبار البترولية وإعداد الصهاريج وجلب المضخات والأنابيب والأجهزة وغيرها من المعدات اللازمة لعمليات استخراج البترول .

وفى أماكن استخراج البترول تجرى عمليات فصل الغازات البترولية حيث تجمع فى صهاريج خاصة بها . كذلك تفصل الرمال العالقة بالبترول وأيضًا يتم التخلص من معظم الماء وذلك قبل نقل البترول الخام إلى مصانع التكرير .

وينقل البترول الخام من الحقول البترولية إلى مصانع التكرير بعدة طرق مختلفة منها الشاحنات والناقلات العملاقة وخطوط الأنابيب والسكك الحديدية سواء داخل البلد الواحد أو بين بلد وآخر .

وفى وقتنا الحالى أصبحت خطوط الأنابيب من أفضل الوسائل وأقلها تكلفة فى نقل البترول الخام لمسافات بعيدة . ومن أمثلة هذه الخطوط خط الأنابيب المعروف باسم (سوميد) والذى يوجد بمصر حيث ينقل البترول من خليج السويس فى الشرق إلى

الاسكندرية علـى ساحل البحر المتوسط . كمـا أن هناك خط آخر يوجد بـالمملكة الـعربية الـسعودية حيث يـنقل البتـرول الخام من أماكن استخراجه وإنـتاجه فى المنطقة الشرقية المطـلة على الخليج العربى إلى أماكن تصديره وتكريره فى مدينة ينبع الصناعية بالمنطقة الغربية والمطلة على البحر الأحمر .

تركيب البترول (Composition of Petroleum) :

يختلف البترول فى تركيبـه وصفات مكوناته من بلد إلى آخر ومن حقل بـترولى لحقل آخر كمـا يختلف فى درجـات لونه من البنى الفـاتح إلى الأسود الداكن بالإضافة إلى الـتفاوت فى درجة لزوجته وكثافة البترول تتراوح بين ٠,٧٣ : ١ جم/ سم٣ وأحيانًا يوجد البترول ذو الكثافة الأعلى من الماء .

والبترول عبارة عن مخلوط معقد من المركبات الهيدروكربونية بالإضـافة إلـى وجود كـميـات ضئيـلة مـن مركـبات الـكبـريت والنتروجين والأكسوجين والعناصر المعدنية .

وتنـقسم المـواد الهـيدروكربـونية المـوجود فـى البتـرول إلى القسمين الرئيسيين الآتيين :

١ - المركبات الإليفاتية أو ذات السلسلة المفتوحة :

(Aliphatic or Open-Chain Compounds)

وهذه تنقسم إلى ثلاثة أقسام هى :

(أ) المركبات البارافينية العادية (n-Paraffins) :

القانون العام لها هو : $C_n H_{2n+2}$

وهذه المجموعة من المركبات توجد بنسبة كبيرة عن غيرها من المجموعات الأخرى . ومن أمثلتها الهكسان العادى والهبتان العادى .

(ب) المركبات البارافينية المشابهة (Isoparaffins) :

القانون العام لها هو : $C_n H_{2n+2}$

هذه المركبات الهيدروكربونية هامة بالنسبة إلى الجازولين حيث تزيد من رقمه الاوكتانى وتصنع بواسطة التعدل الجزيئ فى وجود الهيدروجين (Hydroforming) أو بعملية الالكلة (Alkylation) أو الازمرة (Isomeriztion) .

(جـ) المركبات الأوليفينية (Olefins) :

القانون العام لها هو : $C_n H_{2n}$

هذه المجموعة من المركبات إن وجدت فى البترول تكون بكميات ضئيلة للغاية حيث تنتج أثناء تكرير البترول مثل عملية التكسير (Cracking Process) وهذه المجموعة من المركبات لها أهمية كبيرة فى صناعة المواد البتروكيماوية المختلفة . ومن أمثلتها الاثيلين والبروبلين والبيوتيلين .

٢ - المركبات الحلقية (Ring Compounds) :

وهذه تنقسم إلى المجموعتين الآتيتين :

(أ) المركبات النافثينية (Naphthenes) :

القانون العام لها هو : $C_n H_{2n}$

هذه المركبات توجد فى البترول الخام بنسبة أقل من المركبات البارافينية . ومن أمثلتها السيكلوبنتان والسيكلوهكسان والميثيل سيكلوبنتان .

(ب) المركبات العطرية (Aromatics) :

القانون العام لها هو : $C_n H_{2n-6}$

وهذه المركبات توجد بكميات قليلة فى البترول الخام وتختلف

نسبتها وفقًا لطبيعة الخام والمنطقة الموجود بها آبار الزيت كما تنتج هذه المركبات خلال عمليات التكرير المختلفة مثل الأوليفينات كما ذكر من قبل . ولها رقم أوكتان مرتفع . ومن أمثلتها البنزين والطولوين وايثيل البنزين والزيلينات .

المركبات الكبريتية (Sulphur Compounds) :

يحتوى زيت البترول الخام على نسبة ضئيلة للغاية من المركبات الكبريتية حيث تختلف هذه النسبة من بلد إلى آخر ومن حقل بترولى إلى آخر موجود فى نفس البلد . والبترول الخام الذى يحتوى على نسبة كبريت أقل من ٠,٥ ٪ يعتبر قليل الكبريت (Low Sulphur) بينما البترول الذى يحتوى على نسبة كبريت ٠,٥ ٪ أو أكثر فيعتبر كثير الكبريت (High Sulphur or Sour Crude) .

والمركبات الكبريتية مركبات غير مرغوب فيها حيث يمكن التخلص منها بعدة طرق أثناء عمليات التكرير المختلفة . فهى تسبب التآكل (Corrosion) علاوة على رائحتها الكريهة .

والمركبات الكبريتية الموجودة فى البترول تشمل الكبريت وكبريتيد الهيدروجين والمركبتانات والتى تتميز برائحتها الكريهة

وخواصهـا التاكلـية . وأيضًا الكـبريتيـدات وثنائى الـكبريتـيدات والثيوفين .

المركبات الاكسوجينية (Oxygen Compounds) :

توجد المركـبات الاكسوجينـية بكميات ضـئيلة للغـاية . ومن أمثلتـها الأحماض النافثـينية (Naphthenic Acids) مثل حـامض السيكلوهكسان . كما يوجد أيضًا المركبات الفينولية ، ومن أمثلتها الفيـنول . وتنتج المـركبات الفـينولية كـذلك أثناء عمـلية تكـسير البترول مثل الكريزولات (Cresols) والزيلينولات (Xylenols) .

المركبات النتروجينية (Nitrogen Compounds) :

توجد هذه المركبات عـلى هيئة مركبات قاعدية مثـل البيريدين والبيرول والاندول والكينولين والكيلات الكينولين .

المركبات العضوية المعدنية

(Metallo-Organic Compounds)

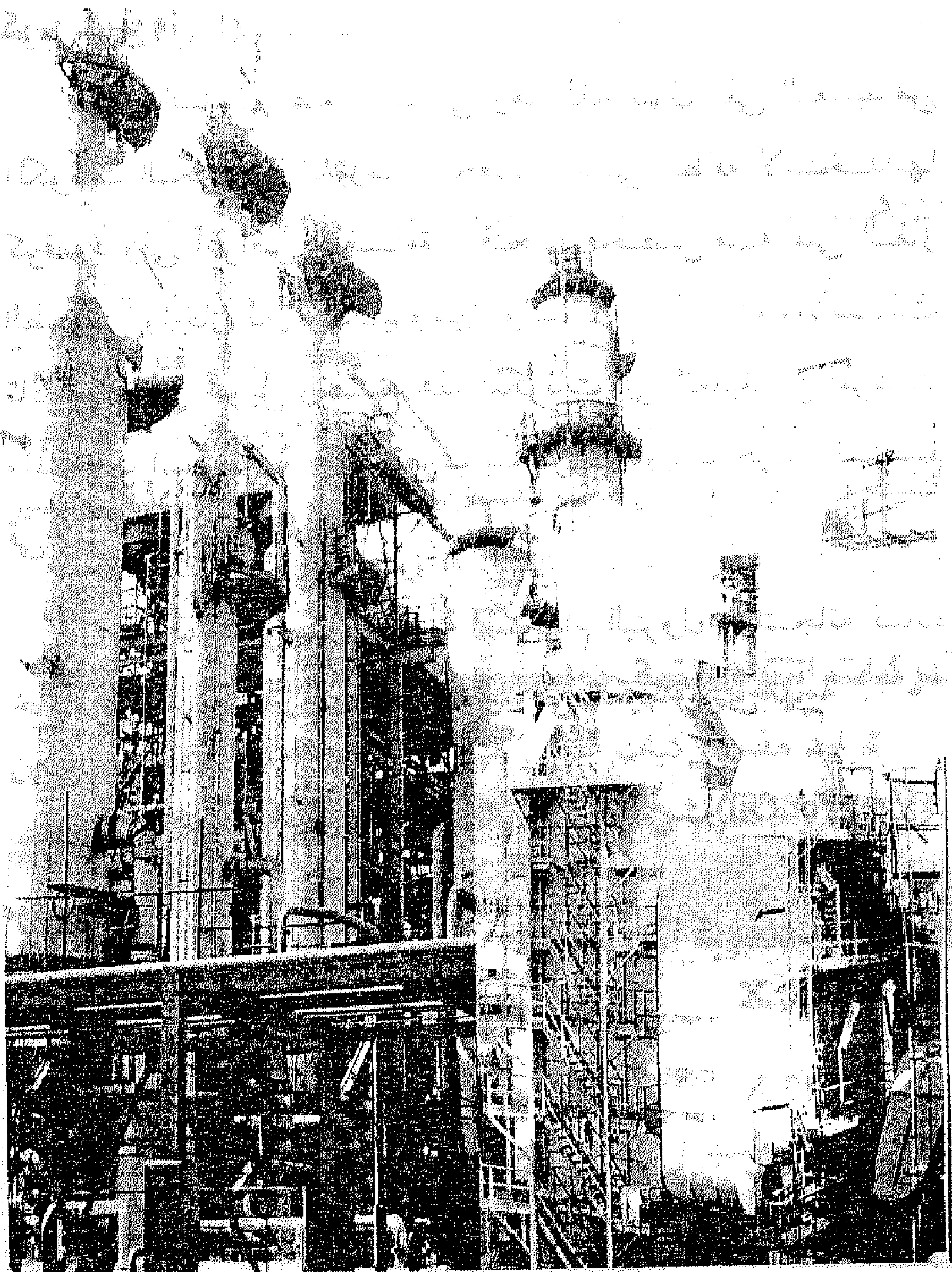
توجد هذه المركبـات بكميات ضئيلة جدًا للغـاية حيث تحتوى على عناصر النـيكل والفاناديوم والحديد والزرنيخ وتـسبب السمية (Poisoning) للعوامـل المساعدة المستخدمـة أثناء عمليات الـتكرير المختلفة .

تكرير البترول (Petroleum Refining) :

يعتبـر البترول مصدر رئيسـى وهام للحصول على الـعديد من المكونات الـكيماوية اللازمـة للحصول علـى الطاقة لاستخـدامها كوقـود وفى أغراض الإضـاءة . فنحـن نحـصل منـه على الـغاز الطبـيعى والجازولين والكـيروسين والسولار والمازوت والأسـفلت بالإضافة إلى تحويل وتصنيع هذه المكونات إلى العديد من المركبات والمنتجات الـكيماوية والتى تعرف بـالبتروكيماويات حيـث تستخدم فى شتى مجالات الحياة .

والجدول الآتى يبين أهمـية استخدام البترول ومنتـجاته كمادة خام وكوقود ومصدر لتحضير العديد من الكيماويات الهامة .

نوع الاستخدام (Form of Oil)		قيمة الزيت (Value of Oil)
زيت خام	(Crude Oil)	X
وقود	(Fuel)	2 X
بتروكيماويات	(Petrochemicals)	13 X
منتج نهائى	(End Product)	55 X



إحدى وحدات تكرير البترول

ويجدر أن نـذكر هنا أن النسـب السابق ذكرهـا ليست بطبـيعة الحال ثابتة . بل هى متغيرة وفقًا للتـطورات العلمية والتكنولوجية وأيضًا الظروف الاقتصادية ومستلزمات الحياة المختلفة .

١ - الغاز الطبيعي (Natural Gas) :

يوجد الـغاز الطبيعـى فى الآبار البترولـية حيث يحتـوى على العديد من الهيدروكربونات البارافينية مثل الميثان والايثان والبروبان بالإضافة إلى نسبة قليلة من الـبارافينات العالية . علاوة على ذلك فإن الـغاز الطبـيعى يحـتوى علـى بعض الغـازات الأخرى بنسـبة متفاوتة مثل النتروجين وثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين والقليل من غاز الهليوم .

ويختلف التركيـب الكيميائى للغاز الطبيعـى من حقل بترولى لآخر . كما أن النسبة تختلف كذلـك بالنسبة للحقل الواحد طوال فترة استغلاله .

والغاز الطبيعى يستخدم حـاليًا وعلى نطاق واسع كمصدر من مصادر الـطاقة حيـث كثر استخـدامه داخل المنـازل والمستشـفيات والمعامل وغيرها من الأماكن . كما أنه يـعتبر مصدر هام للمركبات الهيدروكربـونية والتى تعتبر كمـواد أولية هامة لتصنيـع العديد من المنتجات البتروكيماوية الهامة .

٢ - تقطير البترول (Petroleum Distillation) :

للحصول على المنتجات البترولية اللازمة كوقود أو لتصنيعها إلى منتجات بتروكيماوية يلزم إجراء عدة عمليات فيزيائية وكيميائية مختلفة . وأول هذه العمليات عملية التقطير . وقبل إجراء عمليات التقطير يجب التخلص من الماء والرمال والأملاح المختلطة بالزيت الخام حيث تجرى هذه العمليات فى أماكن استخراج البترول . وبعد أن يتخلص الزيت الخام من هذه الشوائب ينقل إلى مصانع التكرير حيث يمكن الحصول على المنتجات الآتية :

١ - الغازات الهيدروكربونية (Hydrocarbon Gases) :

ويتم الحصول عليها عند درجة غليان أقل من ٢٠° مئوية . وهى تشبه الغاز الطبيعى . وتشمل غازات الميثان والايثان والبروبان والبيوتان . وتستخدم كوقود أو مصدراً للحصول على البتروكيماويات .

٢ - الجازولين (البنزين) (Gasoline or Benzine) :

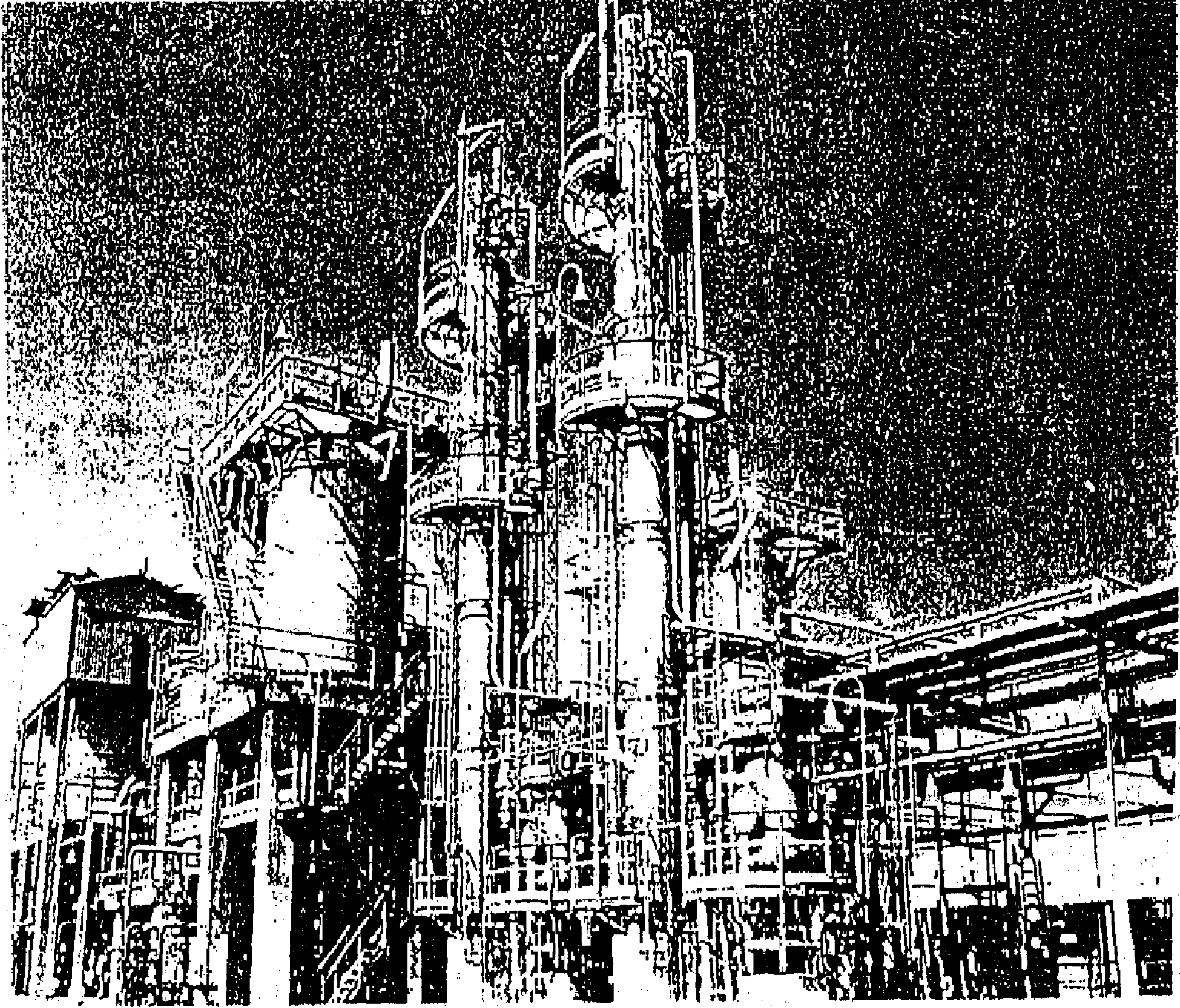
ويتم الحصول عليه عند مدى غليان يتراوح من ٨٠-١٥٠° مئوية تحت الضغط الجوى العادى . ويشمل المركبات

الهيدروكربونية سواء الاليفاتية والاليفاتية الحلقية والعطرية والتى تحتوى جزيئاتها على $C_4 - C_{10}$ من ذرات الكربون .

ويعتبر الجازولين الوقود المثالى للسيارات والطائرات . وأيضًا كمصدر للعديد من المواد الأولية الهامة كالعطريات مثل البنزين والطولوين والزيلينات والتى تستخدم بكثرة فى الصناعات البتروكيماوية .

وتضاف إلى البنزين عدة إضافات لأغراض مختلفة . ومنها إضافات لمنع الصدأ والتآكل سواء للمحركات أو خزانات الوقود . وثانية لمنع التأكسد . وأخرى لمنع التجمد فى الأجواء الباردة شتاء. كما يضاف أيضًا بعض أنواع من المنظفات الصناعية لكى تزيل أولاً بأول الرواسب المتكونة .

ونذكر أيضًا فى هذا الصدد إضافة مادة رابع إيثيل الرصاص لزيادة الرقم الأوكتينى للجازولين . وإضافة هذه المادة إلى الجازولين تسبب تلوث الهواء بمركبات الرصاص نتيجة انبعاثها مع عادم السيارات الأمر الذى له أشد الضرر على الصحة العامة للإنسان . وفى الآونة الأخيرة استبدلت بعض الدول مادة رابع ايثيل الرصاص بأخرى ليس لها آثار ملوثة للبيئة وهى مادة ثلاثى ميثيل بيوتيل الأثير .



إحدى وحدات تكرير البترول

رقم الاوكتان (Octane Number) :

الجازولين المحضر بالتقطير العادى للبترول له رقم أوكتان منخفض. ولزيادة الرقم الأوكتانى له تجرى عدة عمليات كيماوية هامة مثل التكسير بالعوامل المساعدة وعمليات تعدل الجزيئ والأزمرة والالكلة.

ويعرف رقم الاوكتان بأنه النسبة المئوية بالحجم من الايزواوكتان فى مخلوط منه مع الهبتان العادى كعينة من الوقود تعطى نفس الدق للوقود المختبر . والايزواوكتان له الرقم ١٠٠ بينما الهبتان العادى فله الصفر .

٣ - الكيروسين (Kerosene) :

يتم الحصول عليه عند مدى غليان يتراوح بين ١٥٠ - ٢٥٠° مئوية ويشمل مختلف المركبات الهيدروكربونية والتى تحتوى جزيئاتها على C_{10} - C_{16} من ذرات الكربون .

ويستخدم الكيروسين كوقود للطائرات النفاثة وبعض أنواع السيارات والجرارات والآلات الزراعية . وفى بعض البلدان مازال الكيروسين يستخدم للإضاءة وإعداد الطعام وتسخين المياه للأغراض المختلفة . ويستخدم الكيروسين كمذيب لمواد الطلاء والورنيشات والمبيدات الحشرية والشحومات والمواد الدهنية . كما يستخدم كمادة أولية لتحضير بعض المواد مثل المنظفات الصناعية .

٤ - السولار (Solar or Gas Oil) :

يحصل عليه عند مدى غليان يتراوح بين ٢٥٠-٣٥٠° مئوية. ويشمل المواد الهيدروكربونية والتي تحتوى جزيئاتها على C_{16} - C_{25} من ذرات الكربون .

ويستخدم السولار كوقود فى ماكينات الديزل وفى الآلات الزراعية. ويستخدم أيضًا كوقود لبعض أنواع السيارات والجرارات بالإضافة إلى إستخدامه كمادة أولية هامة للحصول على الأوليفنيات.

٥- المازوت (Mazzotte or Fuel Oil) :

يتم الحصول عليه عند درجة غليان أعلى من ٣٥٠° مئوية . ويستخدم كوقود للغلايات وفى المصانع . أو يقطر تحت ضغط منخفض لنحصل منه على مقطرات خفيفة مثل السولار وأخرى متوسطة يستخلص منها شمع البرافين وبعض أنواع زيوت التزييت. وفى النهاية يتبقى الأسفلت والذى يستخدم فى إنشاء المبانى (العزل) وفى رصف الطرق .

العمليات الكيميائية المستخدمة فى تكرير البترول :

(Petroleum Refining Reactions)

سبق وأن ذكرنا بأن الجازولين المحضر بالتقطير العادى للبترول

له رقم اوكتان منخفض . وللحصول على جازولين له رقم اوكتان مرتفع كذلك للحصول على العديد من الكيماويات الأولية والمستخدمة فى تصنيع المنتجات البتروكيماوية تجرى بعض العمليات الكيماوية المختلفة . ويتوقف اختيار هذه العمليات على نوع الخام البترولى المستخدم . وأيضًا مواصفات واستخدامات المواد الناتجة منها . وهذه العمليات نوجزها فيما يلى :

١ - عملية التكسير (Cracking) :

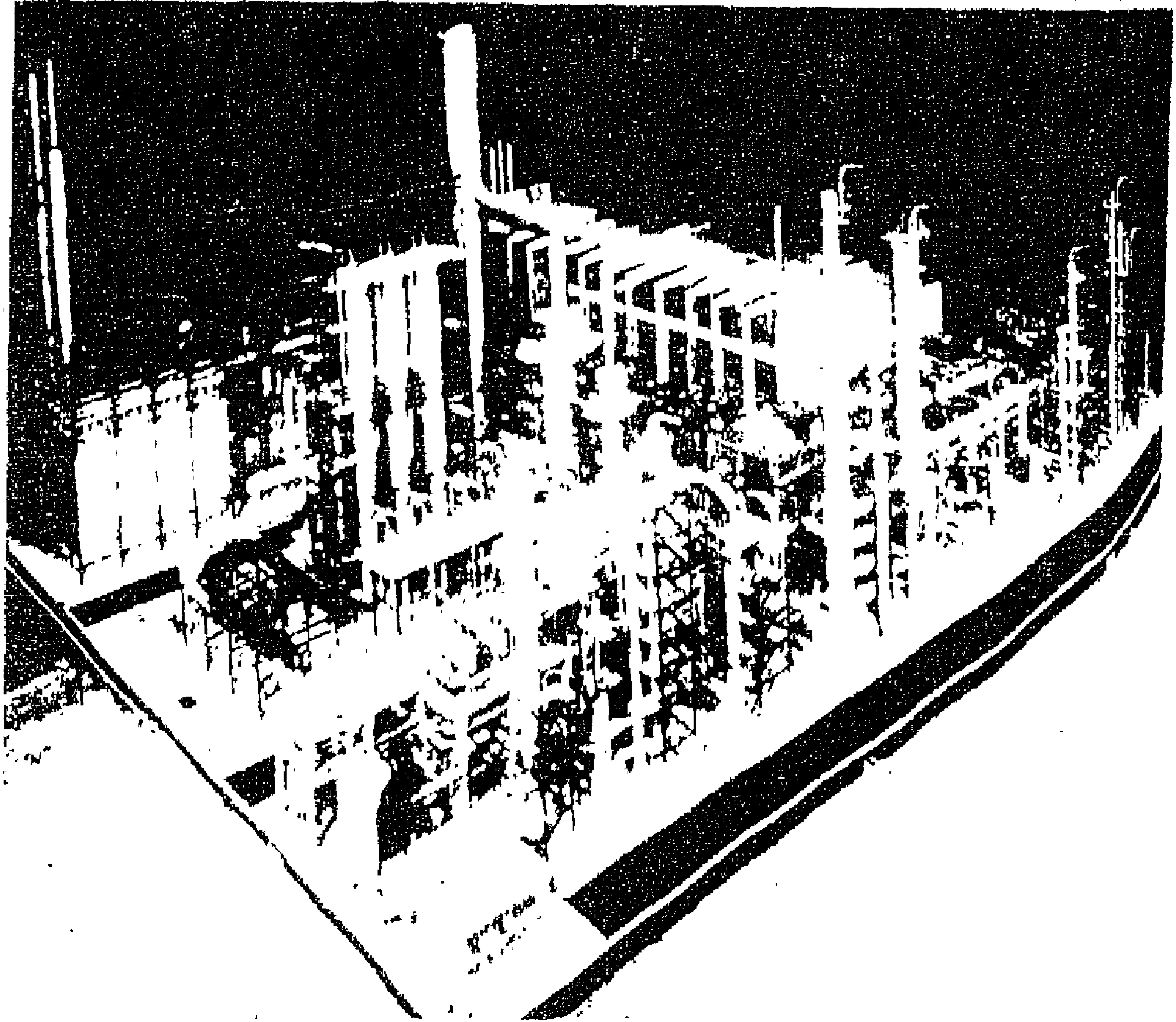
تنقسم عملية التكسير إلى ثلاثة أنواع :

(أ) التكسير الحرارى (Thermal Cracking) :

فى هذه العملية تتحول جزيئات الهيدروكربونات المشبعة مثل الايثان أو البروبان إلى الاثيلين أو البروبلين .

(ب) التكسير فى وجود العامل المساعد (Catalytic Cracking) :

فى هذه العملية تتحول الجزيئات الهيدروكربونية الكبيرة إلى جزيئات صغيرة . ويستخدم السولار أو النافتا الثقيلة فى هذه العملية لإنتاج الجازولين .



وحدات التكسير الهيدروجيني

(جـ) التكسير الهيدروجينى (Hydrocracking) :

حيث تستخدم العوامل المساعدة مع الهيدروجين الذى يحول المواد الكبريتية والنتروجينية والاكسوجينية إلى مواد طيارة مثل كبريتيد الهيدروجين والامونيا وبخار الماء .

٢ - عملية البلمرة (Polymerization) :

فى هذه العملية يتم تحويل المركبات ذات الوزن الجزيئى المنخفض إلى مركبات لها وزن جزيئى مرتفع . وذلك مثل تحويل الأوليفينات الصغيرة إلى جزيئات كبيرة فى مدى غليان الجازولين وذلك فى وجود حامض الكبريتيك أو حامض الفوسفوريك كعامل مساعد .

٣ - عملية تعدل الجزيئى (Reforming) :

فى هذه العملية يستخدم الجازولين الأولى (Straight-Run Gasoline) كمادة أولية حيث يتم تعديل التركيب الجزيئى لمكوناته الأصلية إلى مكونات أخرى لها رقم اوكتان مرتفع

وتجرى حاليًا هذه العملية باستخدام العوامل المساعدة مثل البلاتين المثبت على الالومينا ذات النقاوة العالية وفى وجود

الهيدروجين . والتفاعلات التى تحدث خلال عملية تعديل الجزيئى يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أقسام :

(أ) إزالة الهيدروجين (Dehydrogenation) .

(ب) الازمزة (Isomerization) .

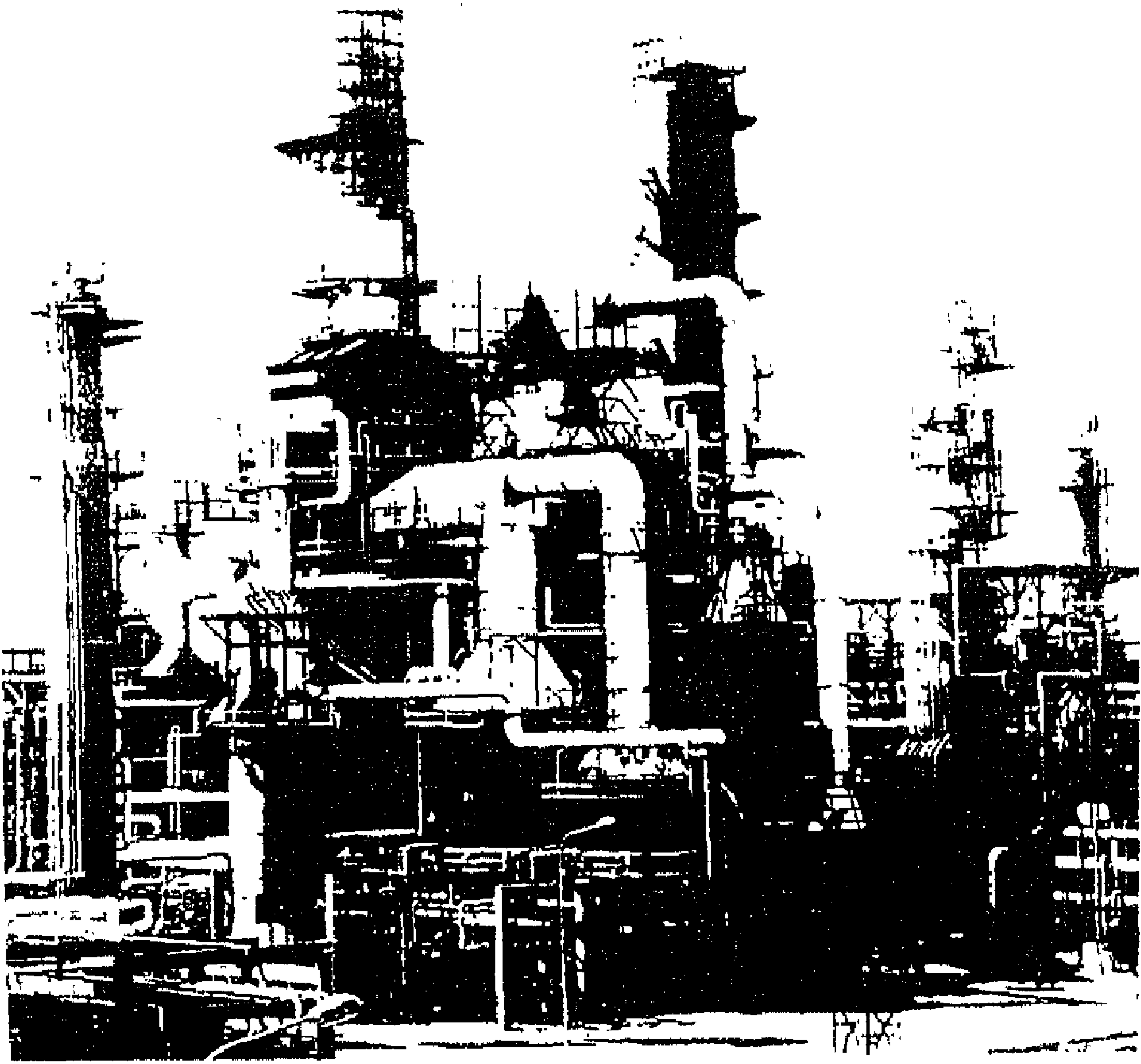
(جـ) التكسير الهيدروجينى (Hydrocracking) .

٤ - عملية الازمزة (Isomerization) :

تستخدم هذه العملية لتحويل المركبات ذات السلسلة الكربونية المستقيمة إلى مركبات ذات سلسلة كربونية متفرعة . ومن التطبيقات الهامة لهذه العملية هو زيادة رقم الاوكتان للبارافينات (C_5 - C_6) .

٥ - المعالجة بالهيدروجين (Hydrotreating) :

تستخدم هذه العملية للتخلص من المركبات الكبريتية والنتروجينية والاكسوجينية الموجودة فى المقطرات البترولية وتحويلها إلى غازات طيارة مثل كبريتيد الهيدروجين وغاز الأمونيا وبخار الماء .



وحدة تعدل الجزيئى

٦ - عملية الالكلة (Alkylation) :

فى هذه العملية يتم التفاعل بين مركب هيدروكربونى له سلسلة مستقيمة أو سلسلة متفرعة يعرف بالمجموعة الالكيلية وبين جزيئى من الهيدروكربونات العطرية أو جزيئ من الهيدروكربونات غير المشبعة سواء لها سلسلة مستقيمة أو متفرعة . ويعرف هذا التفاعل باسم «فريدل - كرافت» (Friedel-Craft's Reaction) حيث يتم فى وجود عوامل مساعدة مثل حامض الكبريتيك المركز أو حامض الهيدروفلوريك . والمركبات الناتجة من هذه العملية لها سلاسل كربونية متفرعة . لذلك تستخدم هذه العملية للحصول على جازولين له رقم اوكتان مرتفع .

وعند المقارنة بين الفحم والبترول كمصادر رئيسية للطاقة نلاحظ ما يلى :

١ - المخزون العالمى للفحم أكبر كثيراً من المخزون العالمى للبترول.

٢ - الصعوبة النسبية لاستخراج الفحم عن استخراج البترول .

٣ - سهولة نقل البترول من أماكن استخراجه إلى مناطق تصديره أو مناطق تكريره واستخدامه بواسطة الأنابيب أو ناقلات البترول وذلك بالمقارنة بطرق نقل الفحم .

٤ - عند استخدام مقادير متساويـة من البترول والفحم فإن الطاقة الناتجة (Calorific Energy) من البتـرول تفوق الطاقة الـناتجة من الفحم .

٥ - التلوث البيئى (Environmental Pollution) الناتج عن استخدام البترول كمصدر للطاقة أقل كثيراً بالمقارنة باستخدام الفحم .

المواد البتروكيماوية الأساسية للصناعات البتروكيماوية :

تعرف الصناعات البتروكيماوية بأنها تلك الصناعات التى تعتمد على البترول ومشتقاته وأيضًا الغاز الطبيعى كمواد خام أولية بهدف تحويـلها إلـى مواد كيـميائـية أخرى ومـتنوعـة . وتتركـب المواد البتروكيماوية أساسًا من عناصر الكربون والهيدروجين وهذه تعرف بالمركبات الهيدروكربونية . كـما يضاف كذلك عناصر الأوكسوجين والكبريت والنتروجين والكلور وغيرها من العناصر .

والمواد البتروكيـماوية من المواد المتعددة الأنواع حيـث تنقسم إلى الأنواع الثلاثة الآتية :

(أ) مواد بتروكيماوية إساسية :

وهذه تشـمل المركبـات الهيدروكربـونية سواء الالـيفاتيـة مثل

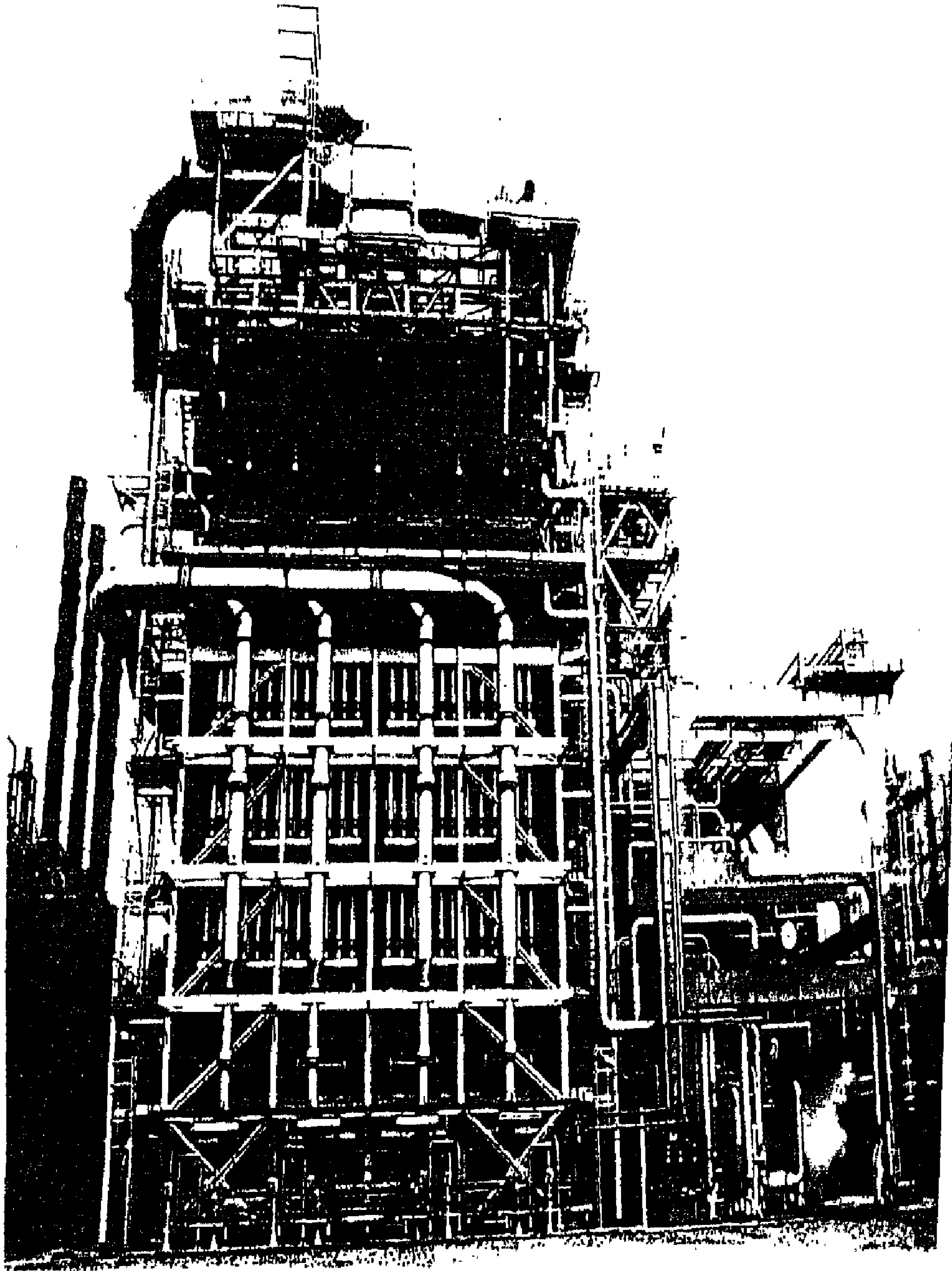
الميثان والايثلين والبروبلين والاستلين أو العطرية مثل البنزين والطولوين والزيلينات بالإضافة إلى بعض المواد غير العضوية .

(ب) مواد بتروكيماوية وسيطة :

وهى تنتج من المواد الأساسية بواسطة بعض التفاعلات الكيميائية مثل الأكسدة والهدرجة والبلمرة والتكثيف والسلفنة والكلورة والالكلة . وهذه التفاعلات تجرى فى ظروف معينة من الضغط ودرجة الحرارة وفى وجود العوامل المساعدة المناسبة .

(جـ) مواد بتروكيماوية نهائية :

وهى المواد التى يجرى عليها عمليات التشكيل والتحويل المختلفة لإنتاج المنتجات والسلع والتى تستخدم فى صناعات أخرى أو فى الاستخدام المباشر للإنسان . ومن أمثلة هذه المواد نذكر المنظفات الصناعية والبوليمرات والتى منها المواد البلاستيكية والألياف الصناعية والمطاط الصناعى وأيضًا البويات والدهانات والمواد اللاصقة وغيرها . بالإضافة إلى مبيدات الآفات بأنواعها المختلفة والأسمدة النتروجينية المتنوعة .



وحدة إنتاج الاثيلين

وتعتبر الصناعات البتروكيماوية من الصناعات الرئيسية والهامة نظراً لما توفره من المواد الكيميائية الوسيطة واللازمة لإنتاج المنتجات البتروكيماوية المختلفة والمستخدمة فى كافة مجالات الحياة.

وتتميز الصناعات البتروكيماوية ببعض الخصائص والتى منها: كبر حجم الاستثمارات اللازمة لها حيث تتطلب هذه الصناعات قدراً كبيراً من التقدم العلمى والتكنولوجى الباهظ التكاليف . وأيضًا فهذه الصناعات تعتبر من أسرع الصناعات نمواً وتطوراً حيث تخصص الدول المنتجة للمنتجات البتروكيماوية الكثير من الأموال والجهود التى تبذل للأبحاث العلمية والتطبيقية فى مجال الصناعات البتروكيماوية لاكتشاف منتجات جديدة وأيضًا استحداث استخدامات مناسبة لها أو الوصول إلى تقنيات جديدة ومتقدمة للتصنيع بغرض خفض التكلفة الاقتصادية للمنتجات مع التحسن المستمر فى مواصفتها .

وأخيراً فإن هذه الصناعات تتميز بالتفاعلات الكيميائية ذات الظروف المختلفة من حيث التشغيل كالضغط ودرجات الحرارة واستخدام العوامل المساعدة المختلفة . ونتيجة لذلك فيكثر فى هذه الصناعات إنتاج الكثير من المواد الثانوية والتى تستخدم

بدورهـا كمواد أوليـة أو مواد وسيـطة لعـمليات إنـتاجيـة أخرى وبالتالى تحسـين اقتصاديات وحدات الإنتاج لهذه المـصانع . فمثلاً ينتج غـاز الايثلين بالتكـسير البخارى لـلنافثا ويتم أيـضًا فى نفس التفاعل إنتاج الميثان والهيدروجين والبروبلين والبيوتادايين . وهذه المواد الثانوية تسـتخدم بدورها كمواد وسيطة فى عمـليات إنتاجية أخرى حتى يمـكن خفض تكلفة إنـتاج الايثيلين . ومن هـنا تأتى أهمـية إقـامة الصـناعـات البتـروكيـماويـة فى صورة مـجمـعات بتروكيمـاوية متكاملة حيث تحـقق وفرًا كبيرًا فى النـفقات اللازمة لهذه الصناعات .

المقومات الأساسية لإقامة الصناعات البتروكيماوية :

قبل التفـكير فى إنشاء هذه الصـناعات فى بلد ما يلـزم توفير بعض المقومات الأساسية والتى منها :

١ - توافر المواد الخام :

يلزم توافر المواد الخام بكميات وفـيرة وأيضًا بأسعار مناسبة ، وهذه المواد الخام تـشمل الخامات البترولـية كالغاز الطبيـعى والغاز المصاحب وأيضًا الغـازات الناتجة من مصانع التكـرير بالإضافة إلى بعض المـقطرات البتـرولية مثل النـافتا ونذكر أيـضًا المواد الأخرى

المستخدمة فى هذه الصناعات مثل الأحماض والقلويات والعوامل المساعدة وغيرها .

٢ - توافر رؤوس الأموال :

يلزم أولاً عند إقامة الصناعات البتروكيماوية توفير الاستثمارات اللازمة لإنشاء البنية الأساسية لها والتى تشمل المرافق الهامة من المياه والكهرباء والصرف الصناعى ووسائل الاتصال بالإضافة إلى توافر وسائل النقل والشحن والتخزين .

ونذكر أيضًا فى هذا الصدد أن هذه الصناعات تتطلب دائمًا انفاق الكثير من الأموال نظراً لما تتطلبه من التطور والتوسع الدائم فى وحداتها وذلك لملاحقة التقدم العلمى والتكنولوجى وأيضًا الاتجاه نحو إقامة المجمعات البتروكيماوية المتكاملة لتحسين اقتصاديات الوحدات الإنتاجية لهذه الصناعات مع تمكينها من الصمود فى مواجهة المنافسة المستمرة .

٣ - توافر الإمكانيات العلمية والفنية :

يتطلب وجود مراكز متخصصة للبحث العلمى والتطوير وأيضًا التدريب . مع توافر الكادرات العلمية والفنية والإدارية . ونذكر كذلك توافر الصناعات الأساسية الأخرى مثل الصناعات

الكيميائية والمعدنية والكهربائية وأيضًا مراكز الخدمات الأمر الذى يؤدى إلى توفير الكيماويات المساعدة وقطع الغيار للمصانع وكذلك الخدمات الفنية اللازمة .

٤ - توافر الأسواق المحلية والعالمية :

يتطلب عند إقامة الصناعات البتروكيماوية البحث عن الأسواق المناسبة ذات الحجم الكبير لاستيعاب كميات وفيرة من الإنتاج تتيح إنشاء وحدات إنتاجية كبيرة ذات اقتصاديات عالية تهيئ لها المنافسة فى الأسواق العالمية . ومما هو جدير بالذكر أن الصناعات البتروكيماوية تقوم أساسًا على استخدام بعض المواد البتروكيماوية الأساسية الهامة والتى ينتج منها العديد من المنتجات البتروكيماوية الأخرى سواء الوسيطة منها أو النهائية . ومن هذه المواد نذكر غازات الميثان والايثلين والبروبلين والاستيلين وخليط غازى الهيدروجين وأول أكسيد الكربون مع الأوليفينات . بالإضافة إلى المواد العطرية مثل البنزين والطولوين والزيلينات .

الباب الثالث

الغاز الطبيعى

الباب الثالث

الغاز الطبيعى

(Natural Gas)

مقدمة :

يوجد الغاز الطبيعى فى الآبار البترولية حيث يحتوى على العديد من الهيدروكربونات البارافينية مثل الميثان والايثان والبروبان بالإضافة إلى نسبة قليلة من البارافينات العالية . علاوة على ذلك فإن الغاز الطبيعى يحتوى على بعض الغازات الأخرى بنسبة متفاوتة مثل النتروجين وثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين والقليل من غاز الهليوم .

ويختلف التركيب الكيميائى للغاز الطبيعى من حقل بترولى لآخر . كما أن النسبة تختلف كذلك بالنسبة للحقل الواحد طوال فترة استغلاله .

والغاز الطبيعى يستخدم حاليًا وعلى نطاق واسع كمصدر من مصادر الطاقة حيث كثر استخدامه داخل المنازل والمستشفيات

والمعامل وغيرها من الأماكن . كما أنه يعتبر مصدر هام للمركبات الهيدروكربونية والتى تعتبر كمواد أولية هامة لتصنيع العديد من المنتجات البتروكيماوية الهامة .

أصل ونشأة الغاز الطبيعى (Origin of Natural Gas) :

يتكون الغاز الطبيعى أساسًا من المواد الهيدروكربونية وخاصة غاز الميثان (Methane) وحيث أن الغاز الطبيعى غالبًا ما يصاحب البترول فمن المعتقد أن الغاز تكون منذ آلاف السنين بسبب تراكم الكميات الهائلة من بقايا الحيوانات والنباتات البحرية حيث تحولت ببطئ تحت تأثير الضغط العالى والحرارة المرتفعة . وأيضًا بفعل أنواع معينة من البكتيريا إلى الغاز الطبيعى والبترول .

وهناك أيضًا من العلماء من يعتقدون بأن الغاز الطبيعى قد تكون فى الزمن السحيق من اتحاد عنصرى الكربون والهيدروجين خاصة أنه اكتشفت فى بعض الأماكن مكامن خاصة بالغاز الطبيعى فقط دون البترول .

وأخيرًا فهناك نظرية تقول بأن الغاز الطبيعى فى تكوينه يوجد على هيئة هيدرات (Hydrates) صلبة حيث تحتجز جزيئات الماء جزيئات الغاز الطبيعى داخلها . ويتم تكوين هذه الهيدرات فى

المناطق الباردة سواء فى أعماق الأرض أو فى قيعان البحار والمحيطات وبتأثير الحرارة المنخفضة والضغط المرتفع .

ويوجد الغاز الطبيعى عادة فى الطبقات المسامية سواء فى باطن الأرض أو فى قيعان البحار والمحيطات .

ويوجد الغاز الطبيعى بوفرة فى مناطق كثيرة من العالم نذكر منها : سيبيريا وبعض مناطق أمريكا الشمالية وفى إيران وبعض الدول العربية مثل قطر والمملكة العربية السعودية والجزائر . وفى مصرنا الحبيبة ظهر الغاز الطبيعى فى السنوات الأخيرة فى عدة حقول وبكميات وفيرة حيث أصبح المخزون منه يفوق المخزون من البترول . ومن حقول الغاز الطبيعى فى مصر نذكر ثلاثة حقول رئيسية هى :

١ - حقل ابو ماضى :

ويعتبر هذا الحقل من أكبر الحقول للغاز الطبيعى فى مصر . ويقع هذا الحقل فى الشمال الشرقى للدلتا . وينقل الغاز المنتج بواسطة خط أنابيب يربط بين الحقل وبين مدينة طلخا حيث يزود بالغاز مصنع السماد بها . وكذلك ينقل الغاز أيضًا إلى مدينة المحلة الكبرى لتزويد مصانع الغزل والنسيج والصباغة بها . إضافة

إلى ذلك فإنــه يوجد أماكن استهلاك أخــرى للغاز الطبيــعى الناتج من هذا الحقل .

٢ - حقل أبو الغراديق :

يوجد هذا الحقل فى الصحراء الـغربية على بُعد حوالى ٣٠٠ كيـلو متر مــن القاهـرة . ويربط هــذا الحقل بمنــاطق الاستــهلاك المختلفة خط أنابــيب يصله بمنطقة دهشور مروراً بــوحدة التنقية . كما يرتبــط هذا الحقل بمنطقة حـلوان الصناعية . كمــا يوجد خط أنابيب يربط منطقة حلوان بمدينة السويس لتزويد مصنع الأسمدة بالغاز الطبيعى. وهذا الحقل يقوم بتزويد المنــاطق السكنية بالغاز الطبيعى ومنها مناطق حلوان والمعادى ومدينة نصر ومصر الجديدة.

٣ - حقل ابو قير البحرى:

يقع هــذا الحقل على بُعد ١٨ كيلومتر بالتقـريب داخل البحر المتوسط . ويـستخدم الغاز النــاتج منه فى إمداد مصــنع الأسمدة بأبــى قير بالــغاز . بالإضافـة إلى ذلك فـقد أقيمــت أكبر محـطة حرارية للـكهرباء فى أبى قيـر للتزود من هذا الغــاز . إضافة إلى ذلك فمن المتوقع أن يزداد الطلب عــلى هذا الغاز الناتج من حقل أبى قير البحرى فى السنوات القليلة القادمة .

إضافة إلى الحقول السابق ذكرها فقد تم اكتشاف مناطق أخرى شرق البحر الأبيض المتوسط تشمل شمال مدن بورسعيد وبور فؤاد ودمياط ورأس البر وبلطيم . وأيضًا فى منطقة الأبيض بالقرب من مرسى مطروح فى الشمال الغربى لمصر .

استخدامات الغاز الطبيعى (Uses of Natural Gas) :

فى الماضى كان يفقد كميات كبيرة من الغاز الطبيعى أثناء استخراج زيت البترول حيث كان يتخلص منها بإحراقه . وهكذا وبمرور السنين فقدت كميات هائلة حيث قدرت بملسيارات الأمتار المكعبة من هذا الغاز دون أدنى فائدة تذكر .

والغاز الناتج من الآبار والمصاحب للبترول يكون محملاً عادة بأبخرة البنزين (Benzine) السهلة التطاير والتى يمكن فصلها عن الغاز بواسطة الضغط والتبريد حيث تتحول أبخرة البنزين إلى سائل يسهل فصله عن الغاز .

ويحتوى الغاز الطبيعى كذلك - كما ذكرنا من قبل - على بعض الغازات مثل ثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين . وهذه الغازات الحامضية يمكن التخلص منها بسهولة بإمرار الغاز الطبيعى فى أبراج خاصة يمرريها رزاز من محلول هيدروكسيد

الصوديوم حيث يتم امتصاص هذه الغازات والتخلص منها . وبذلك يصبح الغاز الطبيعي صالحًا للاستعمال فى الأغراض المختلفة .

ويستخدم الغاز الطبيعي - كما ذكرنا من قبل - كمصدر هام للحصول على الطاقة في كافة بلدان العالم . فهو يستخدم لإدارة محطات القوى الكهربائية وفى الكثير من المصانع والأفران وأيضًا في المنازل والمستشفيات والمعامل والفنادق كوقود آمن ونظيف لأغراض التدفئة والتسخين .

وحديثًا بدأ استخدام الغاز الطبيعي على نطاق واسع كوقود نظيف نسبيًا للسيارات حيث تم إنشاء بعض المحطات لتموين السيارات بالغاز الطبيعي والذى يتم استخدامه كوقود إضافى للسيارات إلى جانب أنواع الوقود التقليدية الأخرى . ويتميز استخدام الغاز الطبيعي كوقود للسيارات بخلو غازات العادم الناتجة عن احتراقه من الشوائب الكبريتية ومركبات الرصاص التى تضاف إلى البنزين لزيادة رقم الاوكتان له إلى جانب الانخفاض الملحوظ فى نسبة العوادم الضارة الناتجة عن احتراقه بالمقارنة بالعوادم الناتجة عن احتراق البنزين . إضافة إلى ذلك فإن طبيعة الغاز تعطى تجانسًا جيدًا مع الهواء مما يساعد على تكوين خليط ذو

درجة عالية من التجانس الأمـر الذى يؤدى إلى إعطاء حرق كامل للوقود وبالتالى زيادة قدرة المحرك ورفع كفاءته . وفى هذا الصدد نذكر كذلك سهولة أعمال الصيانـة وزيادة فترة التشغيل بين فترات الصيانة الـلازمة . وأيضًا نظافة المحرك وإطالة عمـر دورة التزييت وعمر قـطع الغيار مثـل البساتم وشمـعات الاشعال (البوجـيهات) ومجمـوعة الشكمـان وخلافه . وذلك نظـرًا لأن الغاز الطبـيعى وقود نظيف ولا يخلف عنه أى شوائب . وأخيرًا للأسباب السابق ذكرها فإن استـخدام الغاز الطبيعى كـوقود للسيارات يتمـيز بالوفر الاقتصادى بالمقارنة باستخدام البنزين .

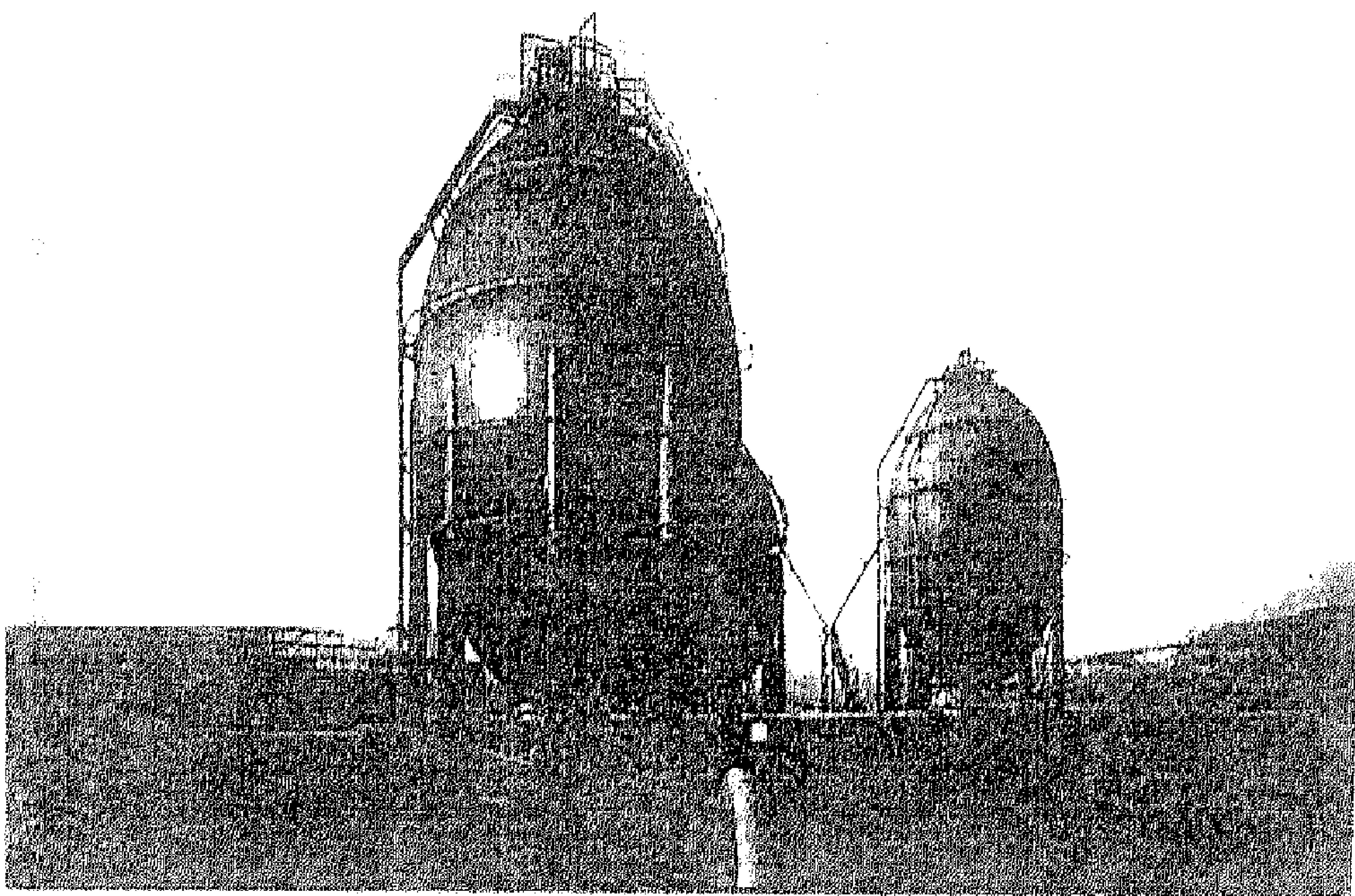
ويمتـاز الغـاز الطبـيعى كـوقود بـإرتفاع الـقيمـة الحراريـة له (Calorific Value) كـــما أنه وقـود نظيـف نسبـيًا وبالتالـى فإن التوسع فى استخدامه له أثر كبيـر فى الحفاظ على البيئة من خطر التلوث.

ومن الـغاز الـطبيـعى يمكـن الحصـول على بـعض الـغازات الهـيدروكربـونية الـهامة مـثل غازات المـيثان والايـثان والبـروبان والبيوتان والتى تعتبر مواد أولية للـعديد من المنتجات البتروكيماوية الهامة والتى تسـتخدم على نطاق واسع فى الحياة العـملية للإنسان . ومن أمثلة هذه المنتجات نذكر : المنظفات الصناعية والبوليمرات

والتى منها المواد البلاستيكية والألياف الصناعية والمطاط الصناعى وأيضًا البويات والدهانات والمواد اللاصقة وغيرها . بالإضافة إلى مبيدات الآفات بأنواعها المختلفة والأسمدة النتروجينية المتنوعة . إضافة إلى ذلك فإنه يمكن الحصول على غاز الهليوم وهو أحد الغازات الخاملة (Inert Gases) من الغاز الطبيعى .

طرق نقل الغاز الطبيعى :

ينقل الغاز الطبيعى عادة من مكان إلى آخر بواسطة خطوط من الأنابيب المصنوعة من الصلب . كما ينقل كذلك لمسافات بعيدة بين القارات على هيئة غاز مسال (L.N.G.) بالضغط والتبريد بواسطة ناقلات خاصة .



وحدات تخزين الغاز الطبيعى المسال

الباب الرابع

الخشب

طاقة الكتلة الحيوية (البيوماس)

الجازوهول

القمامة

الباب الرابع

الخشب

(Wood)

من المعروف أن الخـشب مادة عضوية مـعقدة التركيـب حيث تتـكون من الـسليـولوز (Cellulose) وهـو نـوع من المـركـبـات الكربوهيدراتية حيث تتراوح نسبته فى الخشب ما بين ٤٠ - ٥٠ ٪ بالإضافـة إلى مادة اللـجنين (Lignin) المعقـدة والتى يدخـل فى تركيبها مشتقات الفينولات وتتراوح نسبته ما بين ٢٠ - ٣٠ ٪ من وزن الخشب .

ومنـذ قديم الزمـان استخدم الإنـسان الخشـب وأوراق وأفرع الأشجار والـنباتات فى الحصـول على الطاقـة اللازمة له لطهـــو طعـامه وفى الـتدفئـة وفى إضاءة الأمـاكن المـظلمـة وغيرهـا من الاستخدامات .

ونذكر فى هـذا الصدد أن المصريين القـدماء قد قاموا بتـقطير الخشب لـلحصول علـى الفحم النبـاتى . وكذلك الحصـول على

قطران الخشب (Wood Tar) والحامض البيروجليني (Pyroligneous Acid) لاستخدامهما فى عمليات التحنيط .

وينتج عن عملية التقطير الاتلافى للخشب (Destructive Distillation) أى تقطيره بمعزل عن الهواء مواد غازية وأخرى سائلة بالإضافة إلى الفحم النباتى (Charcoal) والذى يكثر استخدامه فى عمليات التعدين . ومن الغازات الناتجة نذكر منها غازات أول وثانى أكسيد الكربون والهيدروجين والميثان . ومن السوائل يوجد سائل حامضى يعرف باسم الحامض البيروجليني (وقد سبق ذكره) والذى نحصل منه على الكثير من المواد الكيميائية الهامة مثل الكحول المثيلى وحامض الخليك والاسيتون. وهى مركبات تدخل فى الكثير من الصناعات الهامة. كما يوجد أيضًا سائل يعرف بقطران الخشب (وقد سبق ذكره أيضًا) ومنه يمكن الحصول على بعض المركبات أهمها الزيلينات والفينولات .

ونظراً للاستخدام المتزايد للإنسان لكافة أنواع الطاقة على المستوى العالمى فقد اتجهت أنظار العلماء مرة أخرى إلى المصدر القديم وهو الخشب إلى الحصول منه على المزيد من الطاقة سواء بالاستخدام المباشر عن طريق حرقه أو تحويله إلى غازات بالتسخين

إلى درجات حرارة عالية . وفى هذا الصدد فقد استخدمت الطاقة الشمسيـة كوسيلة فعالة لـتسخين الخشب وتحويلـه إلى غازات لها قيـمة حراريـة مرتفعـة لاحوائهـا على نـسبة عالـية من الـغازات الهيدروكربونية . والقيمة الحرارية للخشب الجاف تعادل نحو ثلثى ($\frac{٢}{٣}$) القيمة الحرارية للفحم .

وفى الـنهـاية نذكـر أن التـوسع فـى استخـدام الخشـب فى الحصول على الطاقة وخاصة فى المـناطق الزراعية يؤدى بالضرورة إلى اختلال التوازن البيئى والمتمـثل فى تعرض هذه المناطق لظاهرة التصحر . وأيضًا فى فقدان التربة الزراعية لخصوبتها وتحويلها إلى مناطق جرداء .

طاقة الكتلة الحيوية (البيوماس)

(Biomass)

من المعروف أن الأنشطة والأعمال الزراعية ينتج عنها الكثير من المخلفات سواء النباتية أو الحيوانية والتى يطلق عليها اسم البيوماس أو الكتلة الحيوية الأمر الذى يصيب البيئة المحيطة بالكثير من التلوث والأضرار .

وقد فكر الباحثون فى طريقة عملية ومفيدة للتخلص من هذه المخلفات وأيضًا فى الاستفادة منها بتحويلها إلى وقود يستفاد منه فى الحصول على طاقة متجددة ورخيصة الثمن . والطريقة تشمل وضع هذه المخلفات فى حفر خاصة معدة خصيصًا حيث يحدث لها تحلل عضوى بواسطة البكتيريا فى غياب الاكسوجين وينتج عن هذا التحلل الغاز الحيوى (Biogas) حيث يتركب معظمه من غاز الميثان (Methane) بالإضافة إلى بعض نواتج التحلل من المواد الصلبة والتى يمكن استخدامها كسماد يزيد من خصوبة الأراضى الزراعية .

وحديثًا بدأت بعض الدول بالاهتمام بعملية التخمر اللاهوائى وإنتاج الغاز الحيوى (Biogas) واستخدمته كوقود بديل . وهذه

الدول تشمل الهند والصين وبعض الدول الأوروبية واليابان والولايات المتحدة الأمريكية .

وفى مصر أجرى المركز القومى للبحوث بحوثًا كثيرة لإنتاج الغاز الحيوى من كافة المخلفات الزراعية بغرض الاستخدام فى الحصول على الطاقة اللازمة للإضاءة وأغراض الطهو والتسخين وخاصة فى القرى والمناطق الريفية .

وفى هذا الصدد يجب الحذر فى الحصول على الغاز الحيوى من عملية التحلل اللاهوائى للمخلفات الحيوية حيث أن هذا التفاعل طاردًا للحرارة (Exothermic) حيث ترتفع درجة الحرارة ويزداد ضغط الغازات مما يؤدى إلى حدوث انفجار للمولد وبالتالى إلحاق أضرارًا فادحة بالأماكن المجاورة .

وأخيرًا نذكر أن كمية الغاز الحيوى الناتجة من المولد تعتمد أساسًا على نشاط البكتيريا حيث أن ازدياد نشاطها يسرع بالتفاعل الحيوى وبالتالى تزداد كمية الغاز المتولد بينما تقل كميته بقلة نشاطها . كذلك فإن نشاط البكتيريا يتوقف على نوعية المخلفات العضوية المستخدمة وخواصها العامة من حيث الحموضة أو القاعدية . وأيضًا ما قد تحتويه من مواد لها آثار سمية على البكتيريا .

الجازوهول

(Gasohol)

نظراً للاستخدام المتزايد لكافة مصادر الطاقة وخاصة المصادر الناضبة وغير المتجددة أن اتجهت أنظار العلماء إلى الحصول على أنواع أخرى من الطاقة نظيفة ورخيصة وأيضًا متجددة . حيث استخدموا النباتات وبعض الحاصلات الزراعية كمواد أولية للحصول على الكحول الاثيلى وذلك بواسطة تخمر ما بها من سكريات ومواد نشوية .

وتعتبر البرازيل بسبب وفرة إنتاجها من قصب السكر وأيضًا الولايات المتحدة الأمريكية بغزارة إنتاجها من الذرة من أولى الدول التى بدأت بإنتاج الكحول الايثيلى واستخدامه كوقود للسيارات .

وعادة ما يستخدم خليط من الجازولين (Gasoline) ومن الكحول الايثيلى (Ethyl Alcohol) كوقود للسيارات حيث أطلق على هذا الخليط اسم «جازوهول» (Gasohol) وهو مشتق من الكلمتين جازولين وكحول بالإنجليزية .

ويعــتبر رقم الأوكــتان (Octane Number) والقيمــة الحرارية (Calorific Value) من الخــصائص الهــامة للوقــود المستخــدم فى محركات الســيارات . كذلك فمن المعروف أن الــكحولات عمومًا تمتاز بإرتفاع رقم الاوكتان لها بالمــقارنة برقم الاوكتان للجازولين . بينمــا العكس تمامًا فى القيــمة الحرارية حيث يفــوق الجازولين فى قيمته الحرارية الكحولات .

ومن هنــا يتضح الأهمية الــكبرى لوقود الجازوهــول ذى الرقم الاوكتينى المرتفع بسبب احتوائه على الكحولات الأمر الذى يؤدى إلــى الاســتـغنــاء كلــية عــن إضــافة مــادة رابع ايــثيــل الرصــاص (Tetraethyl Lead) والتى تضاف إلى الجازولين لرفع رقم الاوكتان له . وأيضًا تجنب مــا تحدثه هذه المادة من تقليــل فى كفاءة المحرك وما تسببــه من تلوث بيئى خطيــر يسبب الكثير مــن الأضرار لكافة الكــائنات الحــية وخاصــة الإنسان حيــث تصيــبه بالــضعف الــعام والأنيــميا والأضرار بــالجهاز العــصبى والإصابــة بأمراض الكــلى المزمنة بالإضافة إلى إصابة الأطفال الصغار بالتخلف العقلى حيث أنهم أكــثر قابلــية للإصابــة بالأمراض التــى تنشأ نــتيجة الــتعرض لفترات طويلة للتلوث بمركبات الرصاص .

ونظرًا لــهذه المخاطر الــشديدة لمركبــات الرصاص فقــد قامت

الكثير مــن الدول بوضع القوانين والتــشريعات اللازمة للحــيلولة دون استعمــال هذا النوع من الجازولــين المحتوى على رابع ايـثيل الرصــاص حيث أضافــت مواد أخرى لــيست لــها آثار سامــة إلى الجازولين مثل مــادة ميثيل ثلاثى بيـوتيل الأثير (Methyl Tertiary Butyl Ether) أو إضافة بعض المواد الهيدروكــربونية ذات السلسلة المتفرعة (Isoparaffins) حيــث تساعد عــلى زيادة رقم الاوكـتان للجازولين وبالتالى تحسـين الأداء داخل محركات السيارات . وفى النهاية منع تلوث الهواء بمركبات الرصاص .

ونود هــنا أن نضــيف بأن وقود الجــازوهول لا يقــتصر عــلى إضافــة الكحــول الايثيــلى إلى الجازولــين . بل يســتخدم كــذلك الكحول الميثيلى (Methyl Alcohol) حيث يمكن تحضــيره بتفاعل أول أكسيــد الكربون مــع الهيدروجــين حيث يجــرى التفاعــل فى وجود الزنك - كروم كعامل مساعد عند درجة حرارة عالية وتحت ضغط مرتفع . والــهيدروجين المستخدم يتم الحصول عــليه بمعالجة غاز الميثــان ببخار الماء . ونذكــر أيضًا أن خليط غازى أول أكــسيد الكربون والهيدروجين يعرف باسم الغاز المخلق (Synthesis Gas) والذى يمكــن إنتاجه من الــفحم أو من الغــازات الهيدروكربــونية وخاصة الميثان وذلك فى وجود بخار الماء والعوامل المساعدة .

وقد يبدو من المفيد هنا مقارنة كل من الكحول الايثيلى والكحول الميثيلى عند استخدامهما فى تحضير وقود الجازوهول فنقول أن الكحول الايثيلى يفوق الكحول الميثيلى فى القيمة الحرارية وبالتالى ارتفاع القيمة الحرارية للجازوهول عند استخدام الكحول الايثيلى فى تحضيره . إلا أنه من جهة أخرى فإن البعض قد يرى الإقلال من استخدام الكحول الايثيلى فى تحضير الجازوهول مفضلاً عنه الكحول الميثيلى حيث أن الكحول الايثيلى يحضر من تخمر المواد النشوية والسكرية مثل الذرة وقصب السكر وهى فى الأساس محاصيل تستخدم فى صنع المواد الغذائية .

ومن المفيد أن نذكر أنه يوجد بعض الاعتبارات العلمية والفنية عند تحضير وقود الجازوهول . فمن المعروف أن الكحولات مركبات قطبية (Polar) بينما الجازولين من المواد غير القطبية (Non-Polar) . وأيضًا نذكر أن الماء فهو من المركبات القطبية المعروفة . ونتيجة للخواص السابق ذكرها نجد أن الجازولين المستخدم عادة ما يحتوى على نسبة ضئيلة للغاية من الماء. بينما الكحول يحتوى على نسبة أكبر نسبيًا من الماء والذى يصعب التخلص منه . فعند تحضير وقود الجازوهول فإن بقايا الماء الموجودة فى الكحول المستخدم تعوق امتزاج كل من الجازولين

والكحول مؤدية إلى تكوين وقود غير تام التجانس والتركيب الأمر الذى يؤدى إلـى الإخلال بعمـلية احتـراق الوقود داخل محرك السيارة مع حدوث الأضرار الجسيمة له .

وللتغلب على هذه المشكلة أجريت العديد من التجارب حيث وجد البـاحثون أن الكحول الـبيوتيلى الـثلاثى (Tertiary Butyl Alcohol) من أفضل المواد لإعطاء وقود الجازوهول الامتزاج التام لمكوناته من الجازولين والكحول سواء الايثيلى أو الميثيلى .

ومن دراسة خواص كل من الجازولين والكحولات المستخدمة فى تحضـير وقود الجازوهول وأيـضا خواص الكـحول البيوتـيلى الثلاثى فإنـنا نجد أن الكحول البيـوتيلى الثلاثى يفـوق الجميع فى خاصية رقم الاوكتان . كذلك فإنه يفوق كل من الكحول الايثيلى والميثيـلى فى القيمة الحراريـة . ومن هنا نجد الفائدة الـكبرى فى إضافة هذا الكحول إلى وقود الجازوهول .

وعادة ما يضـاف كل من الكحول الايثيـلى أو الميثيلى بـنسبة تتراوح بين ١٥ - ٢٠ ٪ إلى وقود الجازوهول .

القمامة

(Wastes)

نظراً للتزايد السكانى فى كافة أرجاء العالم وتبعه بالضرورة زيادة هائلة فى الاستهلاك وما ينتج عنه من مخلفات صلبة تختلف فى نوعها وحجمها وما يتبعه من تلوث بيئى يضر بصحة الإنسان وسلامته . لذلك فيلزم التخلص من هذه المخلفات بصورة دائمة ومنتظمة حفاظًا على الصحة العامة للأفراد حيث أنها تعد بيئة صالحة لنمو الكثير من البكتيريا والفيروسات بالإضافة إلى الحشرات بمختلف أنواعها . وأيضًا القوارض مما يؤدى إلى انتشار الأمراض البكتيرية والفيروسية كالكوليرا والتيفود والتهاب الكبد الوبائى والجرب وغيرها من الأمراض المعدية التى تصيب الإنسان.

والمخلفات الصلبة تختلف من حيث نوعيتها وخواصها ومدى ثباتها وتأثرها بالعوامل الطبيعية المختلفة . فهى تشمل المخلفات المنزلية مثل بقايا الطعام والورق وكافة العبوات الفارغة الزجاجية والمعدنية والبلاستيكية وبقايا الملابس المستهلكة وبقايا الأخشاب والمواد المعدنية وبقايا الأثاث المستهلك . كذلك المخلفات الصناعية الناتجة عن المصانع المختلفة . وهياكل السيارات القديمة وبقايا

الأجهزة الكهربية المستهلكة بالإضافة إلى المخلفات الزراعية والنباتية منها مثل حطب القطن وأغلفة الذرة وقشور الأرز والقمح وقلف الأشجار وأيضًا مخلفات الحيوانات .

وحيث أن مصادر الوقود والطاقة فى العالم فى تناقص مستمر . لذلك نشأت الحاجة إلى استغلال هذه المخلفات فى إنتاج مواد للحصول على الطاقة حيث تتميز هذه المخلفات بأنها متجددة وبصورة دائمة .

ويوجد عدة طرق مختلفة تستخدم لذلك . وأولى هذه الطرق تشمل نقل هذه المخلفات إلى أماكن بعيدة عن العمران حيث تدفن فى حفر خاصة تحت سطح الأرض . وواضح أن هذه الطريقة تؤدى على المدى الطويل إلى تلوث المياه الجوفية فى هذه المناطق وخاصة عندما تحتوى هذه المخلفات على نسب عالية من المخلفات الصناعية المحملة بالسموم . كذلك يؤدى التحلل اللاهوائى لهذه المخلفات إلى تكوين غاز الميثان وتجمعه مما قد يؤدى إلى حدوث انفجارات . إضافة إلى التكاليف الباهظة فى نقلها إلى المناطق البعيدة عن العمران .

والطريقة الثانية تشمل حرق المخلفات الصلبة وخاصة المواد التى لها قيمة حرارية مناسبة مثل الأوراق والأقمشة البالية

ومخلفات الأخشاب فى أفران خاصة حيث يستفاد بالطاقة الحرارية المتولدة من حرق هذه المواد فى أغراض التدفئة أو توليد الكهرباء. وتقام هذه الأفران بمواصفات خاصة خارج المدن وبعيدة عن المناطق العمرانية ، وهذه الطريقة ينتج عن استخدامها انطلاق كميات كبيرة من الغازات الضارة والملوثة للبيئة تختلف فى نوعيتها وفقًا لنوع المواد المكونة لهذه المخلفات . كذلك يوجد الشوائب والجسيمات الدقيقة . إضافة إلى الرماد الناتج من عمليات حرق هذه المخلفات . ويجب الاهتمام عند إقامة أفران الاحتراق بأن يكون هناك جميع الأجهزة والمعدات الكفيلة بالتخلص من هذه الغازات والشوائب الضارة حفاظًا على البيئة وصحة الإنسان .

وفى المناطق الريفية حيث تكثر المخلفات الزراعية والحيوانية والتى يطلق عليها الكتلة الحيوية (Biomass) يتم التخلص من هذه المخلفات بوضعها فى حفر خاصة ويعمل لها تجهيزات مناسبة حيث يتكون غاز الميثان (Methane) بفعل النشاط البكتيرى على هذه المخلفات . ويطلق على غاز الميثان الناتج اسم البيوجاز (Biogas) حيث يستخدم فى أغراض التسخين وإعداد الطعام لسكان المناطق الريفية .

وهناك طريقة أخرى للتخلص من المخلفات والتى تشمل بقايا نباتات القمح والأرز والذرة والبطاطس والبطاطا وقلف الاشجار حيث تنشأ بعض المصانع الصغيرة التى تستخدم هذه المخلفات وتجرى لها عمليات التخمر بواسطة أنواع خاصة من البكتيريا حيث تنتج الكحول الايثيلى (Ethyl Alcohol) والذى يستخدم كوقود بالإضافة إلى الاستخدامات المتعددة الأخرى .

وفى النهاية نود أن نقول أن للقمامة إضافة إلى التخلص منها منعًا للتلوث البيئى وما يسببه من أضرار خطيرة بصحة الإنسان وأيضًا استخدامها كمصدر متجدد للحصول على الطاقة . إلا أنه يوجد هناك بُعد آخر وهام وهو صنع بعض المنتجات المفيدة من هذه المخلفات . حيث أنه من المعروف أن هذه المخلفات تشمل فى بعض مكوناتها المواد المعدنية والزجاجية والورقية حيث يفرز كل نوع على حدة . فالمواد المعدنية يعاد استخدامها فى مصانع الحديد الصغيرة . والمواد الزجاجية يعاد صهرها وتصنع منها أنواع رخيصة الثمن من الزجاجات الخضراء أو البنية اللون . والمواد الورقية يحضر منها الورق المستخدم فى أغراض التعبئة والتغليف .

وإطارات السيارات القديمة تستخدم فى صناعة المطاط . والعظم فى تحضير مادة الغراء والفحم الحيوانى . وبهذه الطريقة يمكن التخلص من كميات كبيرة نسبيًا من هذه المخلفات . إضافة إلى القيمة الاقتصادية لهذه المواد المنتجة مما يقلل كثيرًا من تكاليف التخلص من هذه المخلفات .

الباب الخامس

الطاقة الشمسية

الباب الخامس

الطاقة الشمسية

(Solar Power)

مقدمة :

مع تطـور الحضارة البـشرية عبر الـسنين ونتـيجة للاسـتهلاك المتزايد لكافة أنواع الطاقة وأيـضًا مع الاحتمالات المتزايدة لنضوب مصادر الطاقة التقليدية من فحم وبترول وغاز طبيعي . إضافة إلى ذلك فقد ساهـمت حرب أكتوبر المجيدة (العاشـر من رمضان) فى رفع أسعار مـصادر الطاقة التقـليدية وخاصة البـترول الأمر الذى أدى إلى نشـوب أزمة الطاقة فى مـنتصف الـسبعينيات مـن القرن العشرين .

ولتلك الأسباب جـميعها فقد سارعت الكثـير من دول العالم باتخـاذ التدابير الـلازمة لترشيـد استخدام هذه المـصادر التقلـيدية للطاقة مع استحداث مصادر جديـدة وغير تقليدية لها . وفى هذا السبيل تـضافرت كافة الجهود على الـصعيد العالمى لدفـع وتنشيط

تكنولوجيات ووسائل استخدام الطاقات الجديدة والمتجددة بهدف تلبية كافة الاحتياجات المتزايدة من الطاقة وأيضًا للحفاظ على البيئة من التلوث وما قد يحدثه من أضرار لصحة الإنسان وكافة المخلوقات من نبات وحيوان .

ومن أمثلة هذه الطاقات الجديدة والمتجددة نذكر الطاقة الناتجة من حرارة الأرض والطاقة الناتجة من مياه البحار والمحيطات وأيضًا الناتجة من حركة المد والجزر وطاقة الرياح . إضافة إلى الطاقات المتولدة من المخلفات الزراعية والحيوانية مثل طاقات البيوماس والجازوهول وغيرها . وقد سبق الحديث عن بعض هذه الأنواع المختلفة من الطاقة فى مواضع أخرى سابقة من هذا الكتاب .

والآن نذكر مصدر هام ورئيسى ودائم ونظيف ولا يضر بالبيئة من مصادر الطاقة وهو الطاقة الشمسية . حيث تعتبر أكثر مصادر الطاقة توافراً للجنس البشرى . وبالتحديد الطاقة الكهرومغناطيسية والتى تبعثها الشمس .

ومن المفيد أن نذكر فى هذا الصدد أن المنطقة العربية والتى تمتد من الخليج العربى شرقًا حتى المحيط الأطلسى غربًا تعتبر من

أغنى مناطق العالم بالطاقة الشمسية حيث تقع بالكامل داخل ما يعرف بالحزام الشمسى والذى يطوق الكرة الأرضية .

وأيضًا بالنسبة لمصر فإذا تكلمنا عن المصادر الرئيسية للطاقة فنجدها تشمل البترول والغاز الطبيعى والفحم وأيضًا الطاقة المائية. ومع التزايد المستمر للسكان وأيضًا النمو المتزيد لخطط التنمية فى مجالات الأنشطة الرئيسية المختلفة من صناعة وزراعة وسياحة إضافة إلى أنشطة أخرى كالنقل والمواصلات وما يتبع ذلك من الاستخدامات المكثفة لهذه المصادر التقليدية من الطاقة وأيضًا للحفاظ على البيئة وعدم تدهورها . لذلك فقد لزم الأمر بل وأصبح حتميًا على دفع وتطوير تكنولوجيات الطاقة الجديدة والمتجددة والتى من أهمها الطاقة الشمسية حيث تتمتع مصر بموقع فريد ومتميز يتيح لها كميات هائلة من الطاقة الشمسية على مدار العام .

ويمكن تحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلى أشكال أخرى للطاقة فى ثلاث عمليات منفصلة . الأولى هى العملية الكيميائية الشمسية (Helio-chemical) والثانية هى العملية الكهربائية الشمسية (Helio-electrical) والثالثة هى العملية الحرارية الشمسية (Helio-thermal) .

فالعمليـــة الكيميائية الشمســية إنما هى عملية التمــثيل الضوئى (Photosynthesis) والتى هــى أساس الوقود الاحــفورى (Fossil Fuel) مثل الفحم والبترول والغاز الطبيــعى . والعملية الكهربائية الشمسية هى عملية توليد الكهرباء بواسطة الخلايا الشمسية (Solar Cells) والعملية الحــرارية الشمسية هى عمليــة امتصاص الاشعاع الشمسى وتحويل الطاقة الاشعاعية إلى طاقة حرارية .

طرق الاستفادة من الطاقة الشمسية :

١ - التسـخين الشمسى (Solar Heating) :

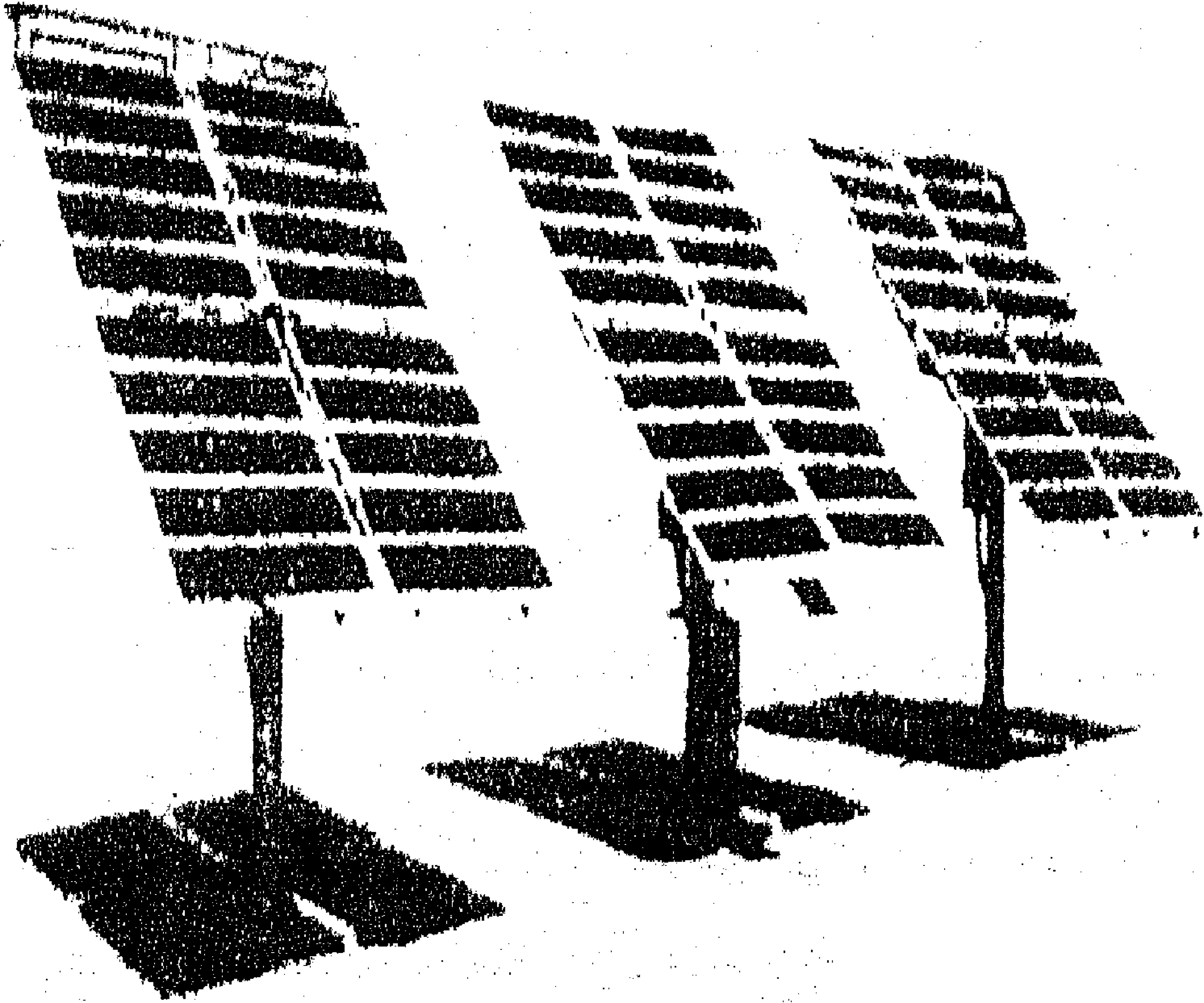
من المعــروف أن تكنولوچــيا الطاقــة الجديدة والمتجــددة يمكن تطبيقها بــسهولة وعلى نطاق معقول فى الدول المتــقدمة أو النامية على حد ســواء . ويعتبر التــسخين الشمســى هو أكثر التطــبيقات شيوعًا فى أغراض التسخين والتدفئة .

وتقوم فكرة التسخين الشمســى على امتصاص جزء من الطاقة الحرارية للشمس بواسطة شرائح خاصة من الألومنيوم أو الصلب أو النحــاس حيث تغــطى باللون الأســود لتقلــيل انعكــاس أشعة الشمس من سطحها وزيادة قدرتها على امتصاص الحرارة ثم تجميعها طوال اليوم لغرض استخدامها فى كافة عمليات التسخين والتدفئة .

وقد تم تطبيق هذه الفكرة فى تصنيع العديد من الأجهزة والتى كثر إستخدامها فى المنازل والفنادق والقرى السياحية وذلك لتوفير ما يلزمها من المياه الساخنة وللتدفئة .

وفى مصر فإن السخانات الشمسية (Solar Heaters) بدأ إنتاجها منذ أوائل الثمانينات . حيث بدأ استخدامها فى المدن الجديدة وفى القرى السياحية ، وفى المستقبل القريب سوف يزداد استخدام هذه السخانات الشمسية وإحلالها تدريجيًا مكان سخانات الغاز أو الكهرباء لتقليل العبء إلى حد كبير على شبكات الكهرباء وأيضًا المساهمة فى الحفاظ على البيئة من التلوث .

وهناك طريقة أخرى تعتمد على ما يعرف بالعاكس الشمسى حيث تستخدم بعض المرايا أو الشرائح المعدنية مثل شرائح الألومنيوم المصقول ذات السطح اللامع حيث تكون هذه المرايا أو الشرائح اللامعة نظامًا خاصًا بحيث تتجمع أشعة الشمس المنعكسة منها فى بؤرة مشتركة واحدة حيث تصل درجة الحرارة بها إلى درجات عالية وبالتالى يمكن استخدامها فى صهر الكثير من المعادن أو فى إنتاج البخار بواسطة غلايات خاصة ثم تسليطه على التوربينات لتوليد الكهرباء .



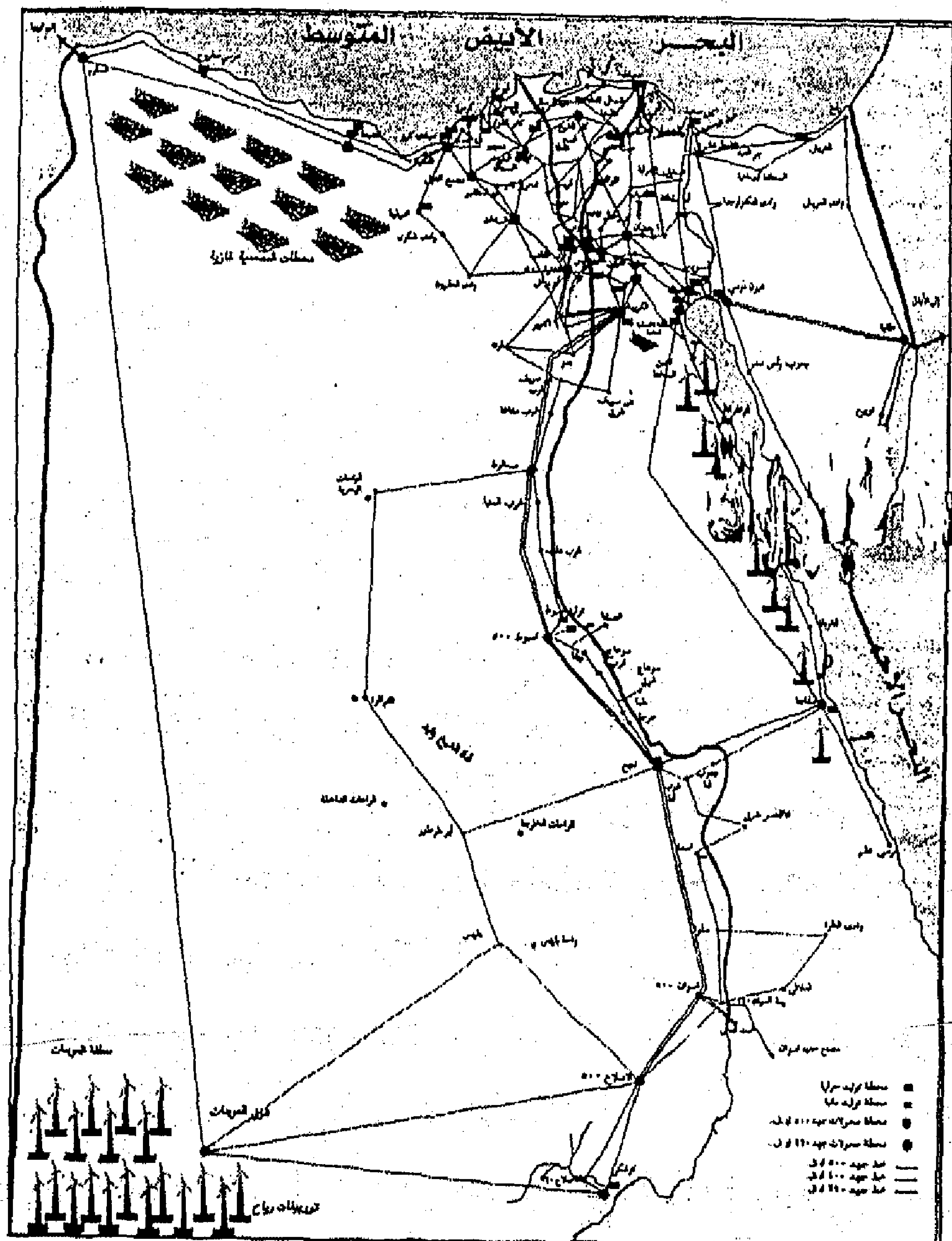
استخدام الطاقة الشمسية في مجالات التسخين الشمسي

وقد قامت الكثير من الدول باستخدام طريقة العاكس الشمسى بغرض الحصول على الطاقة الشمسية النظيفة . نذكر منها المشروعات المقامة فى ولاية نيومكسيكو بالولايات المتحدة الأمريكية . وكذلك المشروعات المقامة بجبال البرانس بفرنسا . ، وأيضًا المشروعات التى أقيمت فى جبال الألب بسويسرا .

٢ - البطاريات الشمسية (Solar Batteries) :

الفكرة الرئيسية لهذه البطاريات تعتمد على الحصول على الطاقة الكهروضوئية حيث تتحول الطاقة الشمسية مباشرة (Direct Conversion) إلى طاقة كهربية بدون المرور على أى صورة من صور الطاقة الأخرى حرارية كانت أو ميكانيكية أو كيميائية وذلك بواسطة الخلايا الكهروضوئية (Photovoltaic Cells) والتى تسمى عادة بالخلايا الشمسية (Solar Cells) فهى تمتص معظم الطيف الشمسى وتحول جزء من هذه الإشعاعات فى حدود ١٥ ٪ أو أقل إلى طاقة كهربائية حيث يمكن استخدامها فى الحال أو تخزينها . والمنظومات من هذا النوع تصمم أساسًا لأجل المنشآت فى المواقع البعيدة لفترات طويلة . والمواقع التى توضع فيها مثل هذه الأجهزة تكون قاسية جدًا فى طقسها . ولذلك فيجب أن تكون هذه المنظومات ذات مقاومة عالية للرياح وللرطوبة والبرد

والعواصف الرملية وأن تحاط بتصميم خاص ضد هجمات الحيوانات والطيور وأيضًا ضد التأكل .



مواقع محطات توليد الكهرباء بالطاقة غير التقليدية

ويوجد عدة أنواع مختلفة من البطاريات الشمسية نذكر منها :

البطاريات الشمسية السيليكونية والبطاريات الشمسية باستخدام كبريتيد الكادميوم . وأيضًا البطاريات الشمسية والتى تعمل بواسطة الازدواج الحرارى (Thermo-couple) .

وتعتبر البطاريات السيليكونية (Silicon Cells) من أوسع أنواع البطاريات الشمسية استخدامًا وتطويراً . ولذلك سيقتصر الحديث هنا على هذا النوع من البطاريات الشمسية .

تتكون البطارية الشمسية السيليكونية من عدد كبير من البللورات أو الخلايا حيث تتكون كل خلية من شريحة من عنصر السيليكون النقى والمحتوى على آثار من الزرنيخ . وتسمى هذه الشريحة بالسيليكون السالب حيث تحتوى على الإلكترونات الطليقة . ويحيط بهذه الشريحة إطار من السيليكون والمحتوى على آثار من عنصر البورون . ويسمى هذا الإطار بالسيليكون الموجب . وتتصل هذه الخلايا ببعضها داخل البطارية على التوالى حيث يستمر التيار الكهربى فى سريانه طيلة تعرض البطارية الشمسية لأشعة الشمس . وتغطى هذه الخلايا بزجاج عالى النفاذية وتقفل بإحكام لمنع تأثير الرطوبة وتفاعل الملوثات الجوية

مع مواد الخلية لزيادة العمر الافتراضى لها إلى ما يقرب من العشرين عامًا .

الاستخدامات المختلفة للخلايا الشمسية :

تستخدم الخلايا الشمسية فى مجالات كثيرة حيث تشمل :

١ - توليد الكهرباء واستخدامها فى الأغراض المختلفة .

٢ - ضخ المياه الجوفية فى الصحراء لأغراض الرى .

٣ - مشاريع تحلية المياه المالحة .

٤ - الحماية الكاثودية لخطوط أنابيب البترول .

٥ - إضاءة مدرجات الهبوط والصعود للطائرات بالمطارات .

٦ - تشغيل محطات رصد الزلازل فى المناطق المختلفة .

٧ - تشغيل التليفونات ولوحات الإعلانات على الطرق الصحراوية . وكذلك إشارات السكك الحديدية وإشارات الإرشاد الملاحى للممرات المائية .

٨ - تزويد محطات القياس عن بُعد (التليمترية) بالكهرباء .

٩ - إقامة محطات خاصة فى الفضاء الخارجى مزودة بأنواع خاصة من البطاريات الشمسية والتى تستقبل الطاقة الشمسية وتحولها إلى طاقة كهربائية يتم إرسالها إلى سطح الأرض .

إضافة إلى ذلك فإن البطاريات الشمسية تستخدم لتشغيل الأقمار الصناعية فى الفضاء الخارجى .

الباب السادس

الطاقة الناتجة من الرياح

الطاقة الناتجة من مياه البحار والمحيطات

الطاقة الناتجة من حركة المد والجزر

الطاقة الناتجة من حرارة الأرض

الباب السادس

الطاقة الناتجة من الرياح

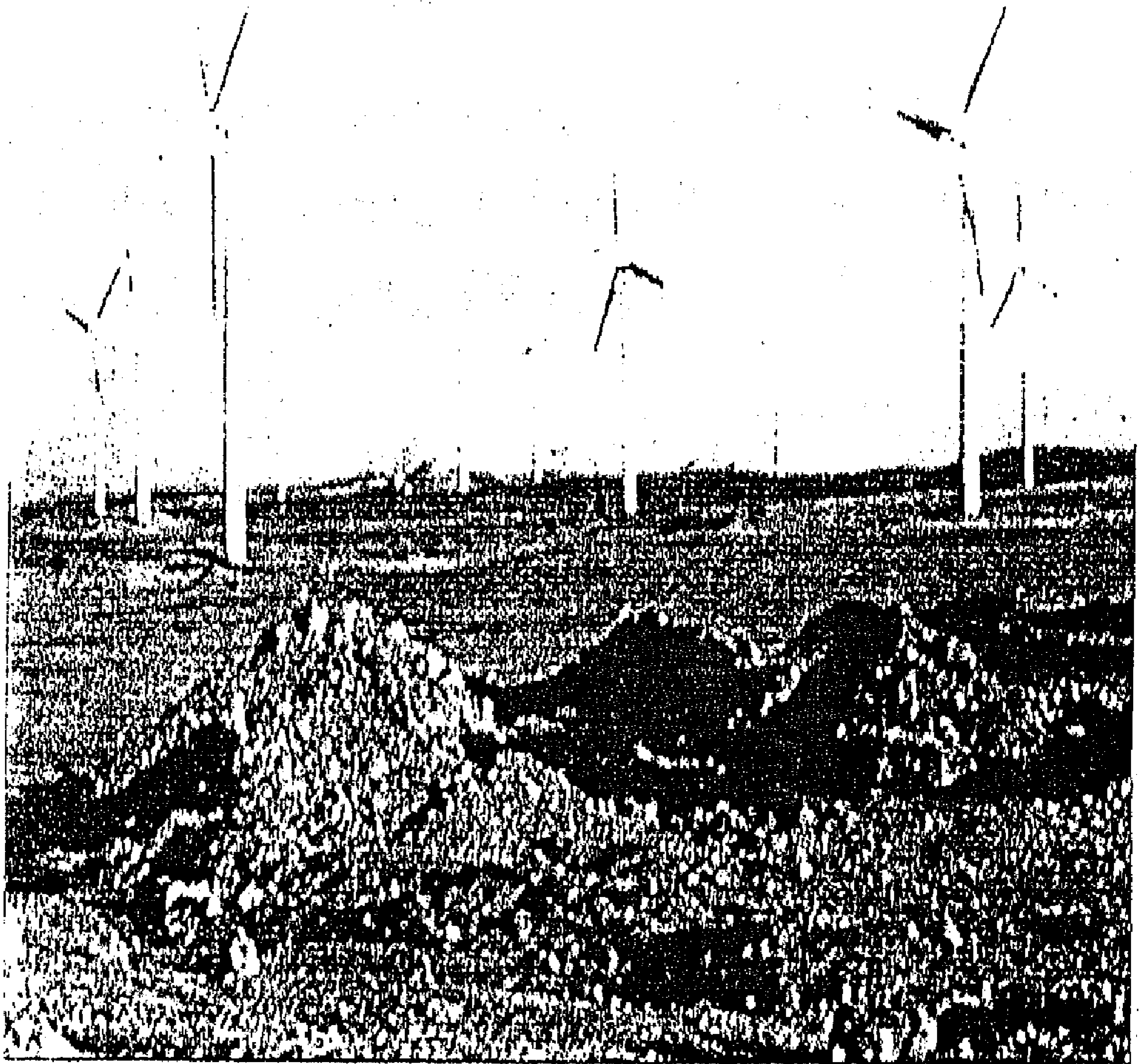
(Wind Power)

من المعـروف أن الشمس هى مصـدر طاقة الرياح حيث قدر بعض العلـماء أن حوالى ٢ ٪ من الطاقة الشمسـية الساقطة على سطح الأرض تتحول إلى طاقة رياح .

وحركة الرياح تنتج عن حركة الهواء البارد القادم من القطبين متجـهًا نحو الاتجاه المـدارى والاستوائى حيـث يحل محـل الهواء الساخن ذى الكثـافة المنخفضة والذى يتحرك فـى إتجاه القطبين . إضافة إلى ذلك فإن حركة دوران الأرض والـتى ينتج عنها دوران الرياح فى إتجـاه عقارب الساعة فى نـصف الكرة الجنوبى . بـينما تدور فى عكس إتجاه عقارب الساعة فى نصف الكرة الشمالى .

كذلك فإن حركة الرياح تنـتج من الاختلاف فى درجة حرارة الهواء فوق سطـح الأرض عنها فوق البحار والمحـيطات . كما أن سرعة الرياح تزداد فوق البحار والمحيطات عنها فوق سطح الأرض.

إضافة إلى ذلك فإنه من المعروف علميًا أن حركة الرياح ناتجة عن الاختلافات فى الضغط الجوى من مكان إلى آخر حيث تهب من الأماكن ذات الضغط المرتفع إلى الأماكن ذات الضغط المنخفض .



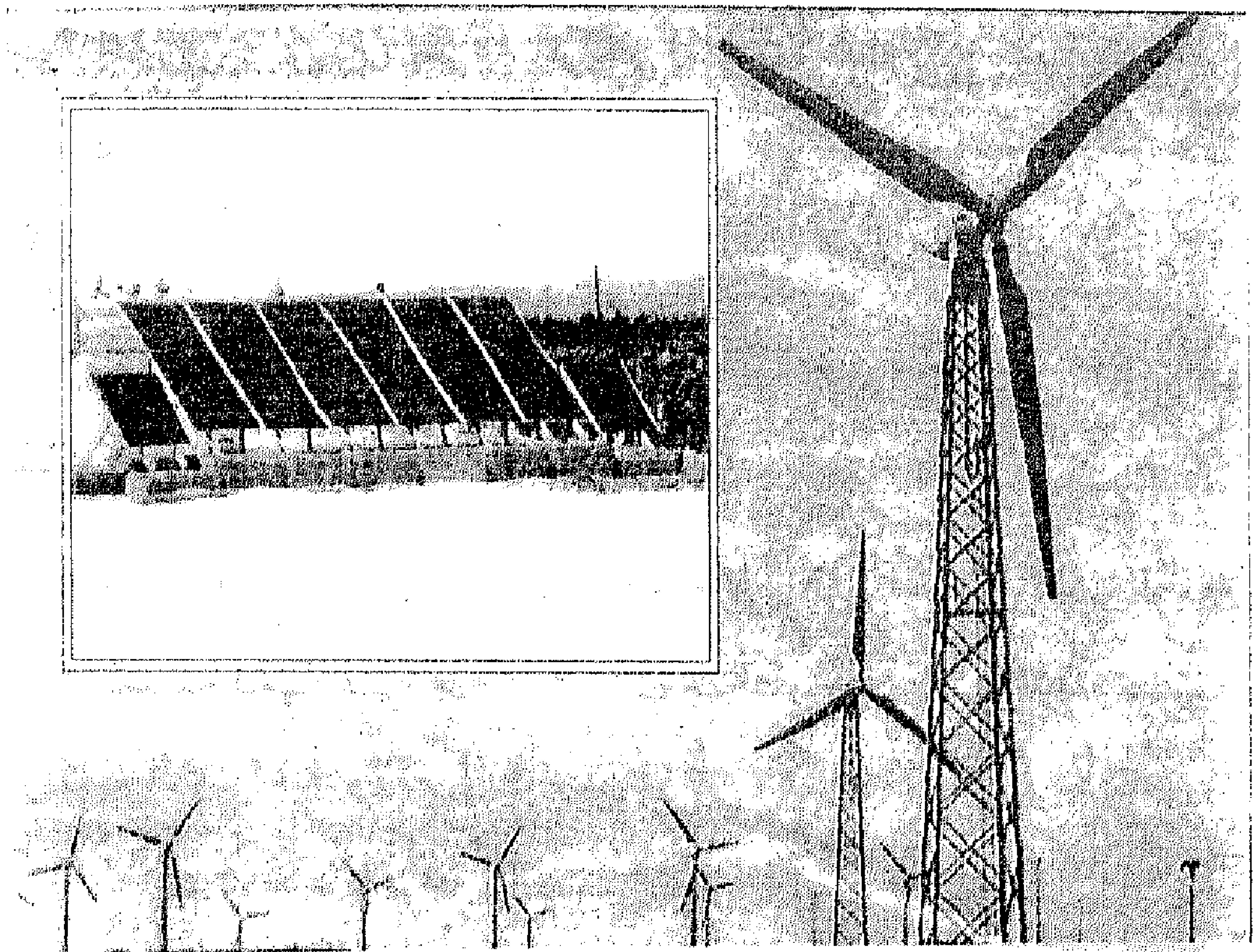
مزرعة رياح لتوليد الكهرباء

ويجب التفرقة بين إتجاه الرياح (Wind Direction) حيث يستخدم جهاز يعرف بدوارة الرياح . - وكذلك تسمى الرياح باسم الجهة التى تهب منها فمثلاً يكون إتجاه الرياح شرقيًا إذا هبت من جهة الشرق - وبين سرعة الرياح (Wind Speed) حيث يستخدم لقياسها جهاز يعرف باسم الانيموميتر . وتزداد سرعة الرياح عادة بالارتفاع عن سطح الأرض . كما تختلف كثيراً من مكان لآخر .

ومن المفيد أن نذكر هنا الأهمية البالغة لسرعة الرياح حيث أن الطاقة الناتجة من الرياح تتناسب مع مكعب سرعتها .

وقد عرف الإنسان الطاقة الكامنة فى الرياح من قديم الزمان حيث استخدمها فى طحن الغلال بالطواحين الهوائية وتسيير المراكب الشراعية ورفع المياه من باطن الأرض وأخيراً فى توليد الكهرباء .

وتعتبر هولندا من أولى الدول التى استخدمت طاقة الرياح فى تشغيل طواحين الهواء (Wind Mills) والتى أقيمت بكثرة على ساحل البحر . وكذلك أقيمت فى الولايات المتحدة الأمريكية الأبراج العالية ذات المراوح الضخمة فى الكثير من المناطق الساحلية لاستغلال طاقة الرياح فى توليد الكهرباء .



صور من الطاقة الجديدة

كذلك فمن الأهمية بمكان أنه عند اختيار الأماكن المناسبة لإنشاء التجهيزات اللازمة للحصول على الطاقة الكامنة للرياح أن تكون سرعة الرياح فيها مناسبة . وكذلك لها صفة استمرار هبوبها طوال العام .

ومن نعم الله علينا توافر الأماكن المناسبة للحصول على الطاقة الكامنة للرياح فى بلدنا الحبيبة مصر ونذكر منها : مناطق الساحل الشمالى الغربى على البحر الأبيض المتوسط وساحل البحر الأحمر ومنطقة خليج السويس وشمال سيناء وأيضًا فى منطقة شرق العوينات بجنوب غرب الوادى الجديد بالصحراء الغربية .

ومن المفيد أن نذكر هنا أن الطاقة الكامنة فى الرياح هى طاقة نظيفة لا ينتج عنها أى تلوث بيئى . كما أن الحصول عليها غير مكلف . وبالتالى فمن المتوقع انتشار استخدامها فى الكثير من البلدان لأغراض التسخين والتبريد وتحلية مياه البحر وتوليد الكهرباء واستخراج المياه من باطن الأرض لاستخدامها لرى المزيد من الأراضى الزراعية وذلك خلال القرن الحادى والعشرين .

الطاقة الناتجة من مياه البحار والمحيطات :

(Sea and Ocean Energy)

نظرًا للاستهلاك المتزايد للإنسان من الطاقة فى كافة مجالات الحياة ، أصبح البحث عن مصادر جديدة من الطاقة من أهداف الباحثين فى هذا المجال . حيث اتجه بعضهم إلى محاولة الاستفادة من الفرق بين درجة حرارة المياه السطحية الدافئة للبحار والمحيطات وبين درجة حرارة مياهها السفلية الباردة فى إنتاج الطاقة الكهربائية .

كما إتجه علماء آخرون إلى إنتاج الطاقة من حركة أمواج البحر خلال ارتفاعها وإنخفاضها . وأيضًا الحصول على الطاقة من مصدر آخر يتمثل فى استخدام ظاهرة المد والجزر (Tides) فى إنتاج الطاقة الكهربائية .

الحصول على الطاقة من حرارة مياه البحار والمحيطات :

من المعروف أن حرارة مياه البحار والمحيطات تختلف وفقًا لقربها أو بعدها من السطح . فالمياه السطحية للبحار والمحيطات تختزن كميات هائلة من الطاقة الشمسية الساقطة عليها طوال النهار حيث تقل كثافتها . بينما تقل درجة الحرارة كلما اتجهنا إلى الأعماق مع ازدياد كثافة المياه .

وقد وجد العلماء أنه للحصول على الطاقة بهذه الطريقة يلزم ألا يقل الفرق فى درجة الحرارة للمياه العليا الساخنة والمياه السفلية الباردة عن ١٥ - ٢٠° مئوية . ولإنتاج الطاقة الكهربائية بهذه الطريقة يلزم أن تكون ذات عائد اقتصادى مناسب .

الحصول على الطاقة من حركة المد والجزر (Tidal Energy) :

من المعروف علميًا أن ظاهرة المد والجزر (Tides) تحدث نتيجة لقوى التجاذب بين الأرض وكل من الشمس والقمر . ويحدث المد عندما يرتفع سطح البحر المواجه للشمس أو القمر حيث تغطى المياه الشواطئ الواقعة فى هذه المناطق . بينما يحدث الجزر بعد فترة من الزمن عندما ينخفض سطح البحر وتنسحب المياه عائدة إلى البحر مرة أخرى .

ومن المعروف أيضًا أ قوة جذب الشمس لمياه البحر فى ظاهرة المد والجزر تقل كثيرًا عن قوة جذب القمر لهذه المياه وذلك بالرغم من كبر حجم وكتلة الشمس كثيرًا بالمقارنة لكتلة القمر . ويفسر ذلك بأن الشمس تبعد كثيرًا عن الأرض بينما يقع القمر قريبًا من الأرض . وتختلف قوة جذب القمر لمياه البحر تبعًا لقربه أو بعده من الأرض حيث أنه يدور حولها فى مدار بيضاوى .

وظاهرة المد والجزر قد تحدث فى بعض الأماكن بطريقة منتظمة وفى أوقات ثابتة ومعروفة . وقد تحدث كذلك فى أماكن أخرى بطريقة متغيرة وفى أوقات غير ثابتة . وهذا بالطبع يتوقف على جغرافية البحر وطبيعة الشواطئ وحركة وارتفاع الأمواج . ونذكر كذلك فى هذا الصدد الاختلاف الكبير فى مقدار ارتفاع موجات المد من مكان لآخر .

وقد استغل العلماء هذه الطاقة الهائلة والمختزنة فى حركة مياه البحار والناتجة من ظاهرة المد والجزر فى توليد الكهرباء وذلك باستخدام بعض التوربينات الخاصة .

وأخيراً فمن الواضح أن إنتاج الطاقة باستخدام ظاهرة المد والجزر تساهم بقدر محدود فى حل مشكلة الطاقة وذلك على المستوى العالمى .

الطاقة الناتجة من حرارة الأرض

(Geothermal Energy)

مقدمة :

من المعروف أن الشمس هى المصدر الرئيسى للطاقة على سطح الأرض حيث ترتفع درجة حرارة سطحها طوال النهار . كذلك فنحن نعرف أن درجة حرارة الأرض ترتفع تدريجيًا بازدياد العمق حيث توجد الصخور المنصهرة عل أعماق بعيدة من سطحها . ونتيجة للحرارة المتواجدة فى باطن الأرض ان تكونت الينابيع الحارة والتى غالبًا ما تنبعث من سطح الأرض فى الكثير من الأماكن على هيئة بخار أو ماء ساخن . والطاقة الحرارية لهذه الينابيع الحارة يمكن استخدامها مباشرة لأغراض التسخين المختلفة. كما يمكن استخدام البخار المنبعث منها لإدارة التوربينات لتوليد الكهرباء .

إضافة لما سبق فإنه يمكن الاستفادة كذلك من الحرارة الناتجة من الصخور الصلدة الساخنة فى باطن الأرض فى إنتاج الطاقة . ويتم ذلك بضخ المياه الباردة إلى باطن الأرض ومن ثم

استعادتـها ساخنة مرة أخرى حيـث تستخدم فى تشغيـل المحطات الكهرومائية.

الطاقة الناتجة من الينابيع الحارة:

منذ القـدم استخدم الإنسان الينـابيع الحارة حيث استـخدمها الرومـان لأغراض التسـخين والتدفـئة . كذلـك استخدمـت هذه الينابـيع فى علاج بعض الأمـراض حيث لا يزال وإلى يومـنا هذا الكثير من المـصحات العلاجية فى بعض الـبلاد الأوروبية مازالت تستخدم هذه المياه لأغراض العلاج والاستجمام .

وقد أقيـمت أول محطـة لتوليد الـكهرباء بـاستخدام الـطاقة الكامنة في الينابيع الحارة عام ١٩٠٤ فى منطقة لارديريللو الواقعة فى شمال إيطاليا حيث تبلغ قدرتها فى الوقت الحاضر بنحو ٤٠٠ ميجاوات.

وقد أقيـمت كذلك أول مـحطة من هـذا النوع فى الـولايات المتحـدة الأمريكية فـى بدايات هذا القرن بـطاقة صغيـرة فى ذلك الوقت فى ولاية كـاليفورنيا . وحاليًا وصلـت قدرة هذه المحطات فـى نـفس المـنطـقـة إلى مـا يـقرب مـن ٣٠٠٠ (ثلاثـة آلاف) ميجاوات. وهذه المياه الحارة تحـتوى على ما يقرب من ٢٥ ٪ من الأملاح الذائبة .

ونذكر فى هذا الصدد أنه يوجد الكثير من هذه المحطات فى عدة دول أخرى نذكر منها نيوزيلندا والمكسيك واليابان وأيسلندا وروسيا .

ويوجد ثلاثة أنواع من هذه المحطات . **النوع الأول** حيث يستخدم البخار الجاف (Dry-Steam) لتشغيل التوربينات لإنتاج الطاقة الكهربية مثل محطات لاردريللو الواقعة فى شمال إيطاليا . وأيضًا فى ولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية بالإضافة إلى فالى كالديرا بالمكسيك . **والنوع الثانى** يستخدم على نطاق واسع حيث يستبدل البخار الجاف ببخار رطب (Wet-Steam) فى تشغيل التوربينات لتوليد الكهرباء . بينما الماء الساخن الناتج فى هذه المحطات فيستخدم لأغراض التسخين وأيضًا تحلية المياه . **والنوع الأخير** حيث يستخدم الماء الساخن لأغراض التسخين المباشر وفى التدفئة وذلك مثل المحطات الموجودة فى كل من المجر وروسيا وأيسلندا واليابان ونيوزيلندا والولايات المتحدة الأمريكية .

وهناك نظريات كثيرة لتفسير ظاهرة مياه الينابيع الحارة . أهمها نظرية العالم الألمانى روبرت بنزن (Robert Bunsen) والتى تقول بزيادة درجة غليان الماء بزيادة العمق عن سطح الأرض وذلك بسبب زيادة الضغط الواقع على الماء . فعندما تلامس المياه الجوفية

الصخور الساخنة الموجـودة في أعماق الأرض ترتفع درجة حرارة هذه الميـاه ولكن دون غلـيان وذلك بسبب زيادة الضغـط الواقع عليـها فى أعماق الأرض . وعـند صعود هـذه المياه الساخـنة إلى سطح الأرض فإنها تـتحول إلي بخار ساخن وذلك بسـبب نقصان الضغط الواقع عليها .

ومن المفيـد أن نذكر هنا أن هذه المحـطات التى تدار بالـطاقة الناتجة من الينابيع الحارة تكون مـن الوجهة الاقتصادية أقل تكلفة عن تـلك المحطـات التى تـدار بالطاقـة الناتجـة من أنواع الـوقود الأخرى التقليدية مثل الفحـم والبترول . ونذكر كذلك أنه بالرغم من إنخفاض تكاليف توليد الكهرباء الناتجة من بخار الينابيع الحارة إلا أن استـخدام هذه الطـريقة فى الحـصول على الـطاقة سيظل محدوداً للغايـة وفى عدد قليل من الدول وذلك بسـبب محدودية عدد هذه الينابيع الحارة على المستوى العالمى .

الطاقة الناتجة من صخور الأرض الساخنة :

من المعروف علميًا أنه يوجد وفى أعماق بعيدة فى باطن الأرض صخور صلدة ساخنة . وقد استغل العلماء هذه الظاهرة فى الحصول على هذه الطاقة الكامنة فى هذه الصخور وذلك بحفر الآبار العميقة للوصول إلى هذه الصخور ثم القيام بدفع تيار من الماء إليها حيث تنتقل حرارة الصخور إلى الماء والذى يدفع مرة أخرى إلى سطح الأرض عن طريق بئر أخرى مجاورة للبئر الأولى. وهذا الماء الساخن فى باطن الأرض يتحول إلى بخار عند سطح الأرض بسبب نقصان الضغط . حيث يستخدم فى إدارة التوربينات لتوليد الكهرباء .

والجدير بالذكر أنه يلزم دراسة نوع الصخور الساخنة فى المنطقة التى تحفر فيها الآبار وذلك حتى لا تتسرب المياه التى تدفع إلى البئر إلى بعض الطبقات المسامية فى باطن الأرض وبالتالى لا يتم التبادل الحرارى بين هذه الصخور الساخنة والماء الذى ندفعه إليها .

والحصول على الطاقة من صخور الأرض الساخنة وبالطريقة السابق ذكرها تم بنجاح فى الولايات المتحدة الأمريكية فى بداية

السبعينات من القرن العشرين . وقد توالت التجارب المشابهة فى الكثير من البلدان الأخرى مثل فرنسا وانجلترا وألمانيا واليابان .

وحيث أن أغلب هذه الصخور الساخنة توجد على أعماق كبيرة من سطح الأرض لذلك اتجهت جهود العلماء إلى خفض التكلفة الاقتصادية لعمليات حفر الآبار العميقة للوصول إلى هذه الصخور .

وعادة تستخدم الحرارة الناتجة من الصخور الساخنة فى باطن الأرض فى أعمال التدفئة سواء فى المنازل أو فى الأماكن العامة وبذلك بواسطة استخدام أنظمة خاصة تعتمد على أجهزة التبادل الحرارى حيث تؤدى فى النهاية إلى تدفئة المنازل والأماكن العامة الأخرى وخاصة فى فصل الشتاء . وقد شاع استخدام هذه الأنظمة بكثرة فى كل من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا وفرنسا وانجلترا والسويد .

ومن المفيد هنا أن نذكر أن الحصول على الطاقة من صخور الأرض الساخنة يعد من الوجهة الاقتصادية أقل تكلفة من الحصول عليها من المصادر التقليدية الأخرى المعروفة مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعى حيث لا يلزم لها وسائل خاصة وغالية

الثمن لنقلها أو أماكن لتخزينها . بالإضافة إلى أن عمليات استخراجها من باطن الأرض أقل تكلفة .

ومن المتوقع أن يشتد الاقبال على هذا النوع من الطاقة فى القرن الحادى والعشرين وخاصة أنها طاقة رخيصة نسبيًا ومتوافرة فى أماكن كثيرة من العالم . وأيضًا فإنها طاقة نظيفة يؤدى التوسع فى استخدامها إلى عدم حدوث أى تلوث للبيئة والتى أصبح الحفاظ عليها نظيفة هى إحدى مشكلات وهموم إنسان القرن الحادى والعشرين .

الباب السابع

الهيدروجين أحد طاقات المستقبل

خلايا الوقود

الباب السابع

الهيدروجين أحد طاقات المستقبل

(Hydrogen)

مقدمة :

من المشـكلات الكبـرى والتى سـتواجه إنسان الـقرن الحادى والعشريـن هو احتمال نضـوب مصادر الطاقة الـتقليدية كـالبترول والغاز الطـبيعى . إضافة إلى ذلك مـشكلة التلوث البـيئى والذى انتشـر فى كل مكـان على سطح الـكرة الأرضية نتـيجة للـنشاط المتزايد للإنسان فى كافة مجالات الحياة الأمر الذى بات يهدد حياة كافة المخلوقات من إنسان وحيوان ونبات . لذلك إتجه العلماء إلى أنواع أخرى مـن مصادر الطاقـة تتميـز بالوفرة وأيضًا فـى الحفاظ على البيئة من التلوث .

وكان غاز الـهيدروجين هو أحد مـصادر هذه الطاقـة . حيث اتجهـت بحوث العـلماء إلى اسـتخدامه كـوقود للسـيارات مثلـما استخدم من قبل فى مركبات الفضاء .

وقد اتجهت بحوث العلماء إلى استخدام الهيدروجين في مجالين . **الأول** هو استخدامه في بطارية خاصة لإنتاج الكهرباء التي تحتاجها السيارة . **والمجال الثاني** هو استخدام الهيدروجين نفسه كوقود رئيسي للسيارة .

الهيدروجين الغاز والهيدروجين المسال :

من المعروف أن الهيدروجين متوافر بكثرة في الطبيعة . فهو يوجد متحداً مع الأكسوجين مكوناً الماء الذي يملأ البحار والمحيطات . ويمكن الحصول على الهيدروجين نقياً بالتحليل الكهربي للماء (Electrolysis) حيث يتحلل الماء إلى عنصريه من الهيدروجين والاكسوجين .

ومن المفيد أن نذكر في هذا الصدد أن استخدام الهيدروجين كوقود للسيارات سواء في حالته الطبيعية الغازية أو تحويله إلى سائل بالضغط والتبريد يعوقه الكثير من المشاكل . ففي حالته الغازية نواجه بمشكلة تخزين الكميات اللازمة منه بطرق آمنة وأيضاً اقتصادية .

أما في الحالة السائلة فإننا نواجه بمشاكل كثيرة تتمثل في استخدام قدراً كبيراً من الطاقة اللازمة للحصول على ضغط مرتفع

لتحويل الغاز إلى سائل . كذلـك فإن اسالة الغاز يلزم له الوصول إلى درجة حرارة منخفضـة للغاية تصل إلى (- ٢٥٣م) . وهذه الظروف تعـوق استخدام الغاز السـائل كوقود للسـيارات . إضافة إلى ذلك فـإن خزان الوقود مـن الهيدروجين السائل يحـتاج إلى مواصـفات خاصـة مثل كـبر الحـجم وأن يكـون سميـك الجدار وبالتالـى ثقيل الوزن وذلك حـتى يستطيـع تحمل الضغط المـرتفع للهيدروجين المسال .

هيدريدات الفلزات مصدراً للطاقة (Metal Hydrides) :

كما سـبق أن ذكرنا أن هـناك بعض الصـعوبات والتـى تعوق استخدام الهيـدروجين كمصدراً للطاقة سواء فى حـالته الغازية أو السائلة . لذلك يـبذل العلماء الكثير من الجهد للـتغلب على هذه الصعوبات . حيـث توصل البعض منهم إلى اسـتخدام هيدريدات الفلزت كمصدراً لليهدروجين .

وهيدريدات الفلزات مركبات كيميـائية تتكون من تفاعل بعض الفـلزات مع غاز الـهيدروجـين تحت ظروف خـاصة من الضـغط ودرجة الحرارة . ويلزم لهـيدريدات الفلزات المستخدمـة للحصول على الـهيدروجين بعض الخـواص الكيميائـية الخاصة والتى مـنها

سهولة التحضير وأيضًا سهولة تفككها إلى حد معين إلى عنصريها من الفلز والهيدروجين . إضافة إلى ذلك أن يكون الفلز المستخدم فى تحضير الهيدريد مناسبًا من حيث وجوده بكثرة وأيضًا رخص ثمنه .

ومن المفيد أن نذكر فى هذا الصدد أنه يوجد نوعان من الهيدريدات المستخدمة للحصول على الهيدروجين والتى ينطبق عليها الخواص الكيميائية السابق ذكرها . **النوع الأول** يستخدم فى تحضيرها أحد الفلزات مع الهيدروجين . ومن أمثلتها هيدريد المغنسيوم . **أما النوع الثانى** فتستخدم بعض السبائك فى تحضيرها بدلاً من الفلزات المنفردة . ومن أمثلتها هيدريد الحديد والتيتانيوم. وأيضًا هيدريد اللانثانيوم والنيكل .

وقد اتجه العلماء فى بعض البلدان والتى منها الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا إلى استخدام هيدريدات الفلزات للحصول على الهيدروجين الناتج من تفككها واستخدامه كمصدراً للطاقة فى إدارة محركات السيارات . وأيضًا فى إدارة بعض محطات القوى لتوليد الكهرباء .

وكشأن أى مصدر آخر من مصادر الطاقة فإنه يوجد بعض

العيــوب فى استخدام هــذه الهيدريدات فــى الحصول على الــطاقة والتى منها ان وزن السبيكة المســتخدمة في تحضير هذه الهيدريدات مثل سبــيكة الحديد والتيــتانيوم كبير نــسبيًا مما يمثل عبـئًا زائدًا على محرك السيارة . ولقــد أمكن التغلب على هذه المشكــلة باستخدام نوعين من الــهيدريدات معًا . أحداهمــا مكون من سبيــكة الحديد والتيــتانيوم وهى ذات كــفاءة عالية والأخــرى مكونة من هــيدريد المــغنسيــوم ذات الوزن الخــفيــف . إضافــة إلى ذلــك فإن غــاز الهيدروجين النــاتج من تفكك هذه الهيدريدات ســريع الاشتعال . وكذلــك فإن مســحوق الفــلزات المســتخدمــة فى تحضــيرها قــابل للاشتعال وخاصة عند إرتفاع درجة حرارته .

وأخيرًا فــإنه من المتوقــع مستقبــلاً وخاصة فى بدايــات القرن الحادى والعشريــن أن تكون هيدريدات الفلــزات أحد أهم المصادر غير التقليدية للحصول على طاقة نظيفة وغير ملوثة للبيئة حيث لا ينتج عن استخدامها سوى بخار الماء غير الملوث للهواء .

خلايا الوقود

(Fuel Cells)

تعتمد هذه الخلايا فى تشغيلها على تفاعل بعض الغازات مثل غازى الهيدروجين والاكسوجين . وكمثال بسيط لهذه الخلايا فإنها تتكون من ثلاث حجرات يفصلها عن بعضها أقطاب مسامية مصنوعة من عنصر الكربون والمدعمة بعنصر البلاتين المجزئ تجزيئًا دقيقًا كعامل مساعد . والحجرة الوسطى من الخلية تحتوى على مادة الكتروليتية (Electrolyte) مكونة من محلول قلوى مخفف مثل مادة هيدروكسيد البوتاسيوم . ويدفع تيار من غاز الهيدروجين من إحدى الحجرات الجانبية . بينما يدفع تيار آخر من غاز الاكسوجين من الحجرة الجانبية الأخرى حيث ينتشر كل من غازى الهيدروجين والاكسوجين خلال أقطاب الكربون المسامية حيث يتفاعلا مع مادة الالكتروليت وينتج تيارًا مستمرًا ذى جهد كهربائى صغير . ومن هنا فإنه عمليًا يمكن أن يجمع عدد من خلايا الوقود فى أعمدة يختلف عددها وفقًا لطبيعة استخدام هذه الخلايا وذلك للحصول على جهد كهربائى عال .

وتحتاج خلايا الوقود عند استخدامها فى توليد الكهرباء إلى جهاز معين لتحويل الوقود إلى غاز غنى بالهيدروجين . بالإضافة

إلى جهاز آخر يستخدم كمحول لتحويل التيار الكهربى المستمر والناتج منها إلى تيار كهربى متردد ليناسب تيار الشبكة الكهربائية العادية . والوقود المستخدم قد يكون ناتجًا من الفحم أو البترول أو من الغاز الطبيعى .

ومن المفيد أن نذكر هنا بأن خلايا الوقود تتميز عند استخدامها فى أن الطاقة الكيميائية تتحول مباشرة إلى طاقة كهربائية دون أن تتحول أولاً إلى طاقة حرارية . إضافة إلى ذلك فإن هذه الخلايا عند استخدامها عند درجات حرارة مرتفعة فإن الماء المتكون نتيجة التفاعل سيتحول إلى بخار ماء حيث يمكن بعد تكثيفه الحصول على ماء على درجة عالية من النقاء يمكن استخدامه كمصدراً لمياه الشرب فى الأماكن التى تتطلب هذه الدرجة من النقاء مثل سفن الفضاء .

وأخيراً فإننا نذكر أن خلايا الوقود تتميز بإنتاج طاقة نظيفة خالية من التلوث حيث أن ناتج تفاعل غازى الهيدروجين والاكسوجين هو بخار الماء فقط وهو أحد مكونات الغلاف الجوى المحيط بالأرض . وأيضًا فإن هذه الخلايا تتميز عند تشغيلها بعدم حدوث أى ضوضاء أو تلوث صوتى وبالتالى يمكن إقامة محطات توليد الكهرباء التى تعمل بخلايا الوقود داخل المدن وفى المناطق الآهلة بالسكان دون أدنى ضرر للبيئة المحيطة بها .

الباب الثامن

الطاقة النووية

الباب الثامن

الطاقة النووية

(Nuclear Energy)

مقدمة :

نظراً للإرتفاع المتزايد لاستهلاك الطاقة بكافة أنواعها على المستوى العالمى وما يتطلب ذلك من الاستخدام المكثف لجميع مصادر الطاقة . وبسبب التقدم العلمى والتكنولوجي والتطور المستمر فى وسائل الإنتاج الصناعى والزراعى الأمر الذى يعرض بعض الأنواع من الطاقة للنضوب مثل الطاقات الناتجة من الفحم الحجرى وزيت البترول والغاز الطبيعى . ونتيجة لذلك فقد اتجهت جهود العلماء فى بلاد كثيرة لتطوير مصادر أخرى من الطاقة للاستخدام العملى فى الحياة اليومية حيث تمتاز بعدم نضوبها وانها دائمة ومتجددة . ومن أمثلتها الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وهى طاقات نظيفة وغير ملوثة للبيئة وأيضًا فمن الطاقات المتجددة الأخرى الطاقة الناتجة من المخلفات النباتية والحيوانية والتى تعرف

بالكتلة الحيوية وهى ذات فائدة عظيمة حيث تخلص البيئة من كمية كبيرة لا بأس بها من مسببات التلوث . وهذه الطاقات جميعها قد سبق ذكرها بالتفصيل فى مواضع أخرى من هذا الكتاب .

وفى هذا الباب فإننا نذكر مصدراً هامًا للطاقة . وهى الطاقة النووية والتى يستفاد منها غالبًا فى الحصول على الطاقة الكهربائية اللازمة للصناعات المختلفة مثل صناعات الألومنيوم والحديد والصلب والأسمدة والأسمنت وفى الاستخدامات المنزلية كالإضاءة وتشغيل الأجهزة الكهربائية مثل التليفزيونات والثلاجات والغسالات والمبردات وغيرها . والطاقة النووية تستخدم كذلك فى تسيير السفن وحاملات الطائرات والغواصات النووية . وأيضًا فى إنتاج النظائر المشعة والتى تستخدم بدورها فى مجالات كثيرة مختلفة مثل الطب والزراعة والصناعة .

واستخدام الطاقة النووية فى الحصول على الطاقة يلزم لها إنشاء ما يعرف بالمحطات النووية . حيث وجد العلماء أن تكاليف إنتاج الكيلووات ساعة من الكهرباء سواء فى المحطات المقامة على السدود المائية أو المحطات الحرارية والتى يستخدم فيها أنواع الوقود التقليدية مثل الفحم أو البترول أو الغاز الطبيعى تفوق على تكلفة

إنتاج الـكيلووات ساعــة الناتج من المحــطة النووية . إضــافة إلى ذلك فإن المحطات الحراريــة تزيد من تلوث الهواء نتيــجة لإحراقها للـوقود وانــطلاق كمـيات كبـيرة مــن غازات أول وثانــى أكســيد الكربون وثانى أكسيد الكبريت وبـالتالى تسبب الكثير من الأضرار البيئية للمناطق القريبة منها .

بالرغم من ذلك فـهناك الكثير من المعارضـين لإقامة المحطات النووية وذلك خشية حدوث خلل ما فى بعض أجزائها الأمر الذى ينتج عنه تسرب الإشعاعات النووية الخطرة فى الأماكن القريبة من هذه المحطات وما يتبع ذلك من كوارث بيـئية شديدة الضرر يستمر تأثيـرها لعدة سـنوات طوال . ودليلـهم فى ذلك بـعض الحوادث المعروفــة . ونذكر منـها الحادث المعروف بـاسم ثرى مايـل ايلاند الذى حدث فى مـارس عام ١٩٧٩ مـيلادية فـى ولاية بنـسلفانـيا بالولايات المتحدة الأمريكية حيــث كانت الآثار الناتجة عنه محدودة نسبيًا لمـوقعه فى منطقة بـعيدة عن العمران . ونـذكر أيضًا الحادث الذى وقع لأحد المـفاعلات النووية فـى ويستفاليـا بألمانيا (الغـربية سابقًا) عام ١٩٨٥ ميلادية وأدى إلى تسرب الاشعاعات إلى مناطق بعـيدة عن مـكان الحـادث . وأخيرًا الحـادث الكبـير الـذى وقع للمفاعــل النووى فى تشورنوبيــل بالاتحاد السوفييتـى (سابقًا) فى

أبريل عام ١٩٨٦ ميلادية والذى نتج عنه كميات ضخمة من الغبار المشع انتشر فى مناطق كثيرة من دول أوروبا أدت إلى تلوث بيئى شديد لكافة الكائنات من نبات وحيوان وإنسان .

إضافة إلى ذلك فإن قولهم بأن إقامة المحطات النووية وانتشارها فى الكثير من الدول سوف يؤدى إلى ظهور أحد المشاكل الخطيرة ذات التأثير الضار على كافة عناصر البيئة من هواء ومياه وأرض زراعية وغيرها وهى ما يعرف بالنفايات النووية . إضافة إلى البحث عن أفضل السبل للتخلص منها . فهذه النفايات الضارة تنتج إما عند استخراج خام اليورانيوم وتركيزه لتحضير الوقود النووى أو تنتج من الوقود المستهلك فى التفاعلات النووية . ويعضها ينتج من المحطات النووية المستخدمة لتوليد الطاقة الكهربائية . وأخيراً النفايات النووية الناتجة من تصنيع الأسلحة الذرية والنووية .

وأخيراً نود أن نذكر نوعًا آخر من التلوث تسببه المحطات النووية وما يحدثه من اثار خطيرة وهو ما يعرف بالتلوث الحرارى وهو ينشأ عندما تستخدم هذه المحطات والتى تقام عادة بجوار شواطئ البحار أو البحيرات كميات كبيرة من المياه لتبريد مفاعلاتها

النووية ثم إلقاء هذه المياه الساخنـة فى البحار أو البحيرات وبالتالى ترتـفع درجـة حرارتهـما حـيث تحدث الإخـلال بالـنظام الـبيـئى والإضرار بكافة الأحيـاء المائية التى تعيش فى هـذه المياه . ويفسر ذلك بأن ارتفاع حرارة المياه يقلـل من نسبة الأكسوجين المذاب فى الماء واللازم لحياة الكائنات البحرية التى تعيش فى هذه المياه .

وأمام هذا الفريق من المعارضين فيـوجد بالطبع فريق آخر من المؤيديـن لاستخدام المحـطات النوويـة لتوفيـر الطاقة الـكهربائـية وغيرها حيث يؤكدون أنه بتوفيـر سبل الأمان اللازمة والفعالة عند إنشاء هذه المحطات وأيضًا خلال تشغيـلها . إضافة إلى إقامتها فى منـاطق بعيـدة عن العمـران فإن ذلك كـفيل بتـوفير سبـل الأمن والأمان لـهذه المحطات . وخـاصة بأن مصـادر الطاقة الـتقليـدية الأخرى كالفحم والـبترول والغاز الطبيعى - وكـما ذكرنا سابقًا - هى مصادر بطبيعتها ناضبة وغير متجددة .

تركيب الذرة :

بداية نـقول أنه من المعـروف أن جميع الـعناصر تتـركب من ذرات (Atoms) متناهية فى الصغر . وكل ذرة منها تتكون من نواة (Nucleus) تحتـوى بداخلـها عـلى بروتـونات (Protons) موجـبة

الشحنة ونيوترونات (Neutrons) متعادلة الشحنة . وبالتالى تكون النواة ذات شحنة موجبة . ويختلف عدد البروتونات وكذلك النيوترونات من عنصر إلى آخر . كما تحاط النواة بعدد من الإلكترونات (Electrons) السالبة الشحنة تدور فى عدة مدارات حول النواة يختلف عددها وفقًا لنوع العنصر .

وحيث أن عدد البروتونات الموجبة داخل النواة يساوى عدد الإلكترونات السالبة حول النواة فإن الذرة متعادلة كهربائيًا (Neutral) . ويعرف عدد البروتونات أو عدد الإلكترونات بالعدد الذرى (Atomic Number) . كما يطلق على مجموع اعداد البروتونات والنيوترونات بعدد الكتلة (Mass Number) .

وكتلة الذرة مركزة فى نواتها وهى تساوى مجموع أوزان البروتونات والنيوترونات بالتقريب . أما كتلة الإلكترونات فهى ضئيلة للغاية حيث يمكن إهمالها وبالتالى فيعتبر وزن كل من البروتونات والنيوترونات يعبر عن الوزن الذرى للعنصر (Atomic Weight) .

طاقة الترابط النووى (Binding Energy) :

يوجد داخل نواة العنصر عدة قوى نذكر منها :

١ - قوة تنافر (Repulsive Force) بين البروتونات .

٢ - قوة تجاذب (Attractive Force) بين النيوترونات .

٣ - قوة تجاذب بين البروتونات والنيوترونات .

وحيث أن قوى التجاذب أقوى بكثير من قوى التنافر داخل نواة العنصر فإن النواة تكون متماسكة . والطاقة التى تربط مكونات النواة تعرف بطاقة الترابط النووى .

وقد وجد عمليًا أن كتلة النواة الفعلية أقل قليلاً من مجموع كتل مكونات النواة من البروتونات والنيوترونات . وهذا النقص فى كتلة النواة الفعلية والذى يعرف بنقص الكتلة (Mass Defect) قد تحول إلى طاقة الترابط النووى .

ومن الثابت علميًا أن المادة والطاقة وأيضًا الاشعاع هى صور متعددة لشيئ واحد . أى يمكن تحويل كل منهم إلى الآخر وذلك وفقًا للمعادلة الرياضية الشهيرة : ($E = m c^2$) حيث أن (E) تمثل الطاقة و (m) تمثل الكتلة و (c) تمثل سرعة الضوء . وهذه المعادلة خاصة بالنظرية النسبية للعالم الكبير ألبرت أينشتين (Einstein's Theory of Relativity) .

النظائر المشعة

(Isotopes)

تعرف النظائر المشعة بأنها صور مختلفة لذرة العنصر لها نفس العدد الذرى ولكنها تختلف فى الوزن الذرى وذلك لاختلاف عدد النيوترونات فى النواة .

ومن أمثلة هذه النظائر نذكر نظائر عنصر الهيدروجين حيث يوجد ثلاثة أنواع من النظائر هى :

١ - البروتيوم (Protium) ويرمز له بالرمز ($_1H^1$) .

٢ - الديوتيريوم (Deuterium) ويرمز له بالرمز ($_1H^2$) .

٣ - التريتيوم (Tritium) ويرمز له بالرمز ($_1H^3$) .

وأيضًا نظائر عنصر الأكسوجين وله أيضًا ثلاثة أنواع من النظائر وتشمل :

($_8O^{16}$, $_8O^{17}$, $_8O^{18}$) .

ويجدر أن نذكر فى هذا الصدد أن ثبات نواة العنصر يعتمد على النسبة بين عدد النيوترونات وعدد البروتونات داخل النواة .

فعلـى سبيل المثـال : فإذا تساوى عدد البـروتونات والنيـوترونات تكون أنـوية العناصـر ثابتة . وذلك كمـا فى حالة العـناصر ذات الاعداد الذرية الصغيرة مثل الهليوم ($_{2}He^{4}$) والكربون ($_{6}c^{12}$) والنيون ($_{10}Ne^{20}$) والاكسوجين ($_{8}O^{16}$) . وهذا الـنوع مـن النظائر يعرف بالنظائر المستقرة (Stable Isotopes) .

وإذا ارتفعـت نسبة الـنيوترونـات إلى البروتـونات قليـلاً فإن العناصر تكون ثابتة أيضًا مثل عناصـر البروم ($_{35}Br^{79}$) والحديد ($_{26}Fe^{56}$) والرصاص ($_{82}Pb^{206}$) .

أما فى حالـة العناصر المشعـة وذات الأنوية غير المسـتقرة فإن نسبـة النيوترونات إلـى البروتونات داخـل النواة تزداد كثيـرًا مثل عناصر الثوريوم ($_{90}Th^{234}$) واليورانـيوم ($_{92}U^{238}$) . وهـذا النوع من النظائر يعرف باسم النظائر المشعة (Radio-isotopes) .

الاستخدامات المختلفة للنظائر المشعة :

تستخدم حاليًا ومنذ فترة ليست بـالقصيرة العناصر المشعة على نطـاق واسع فى كافـة مجالات الحـياة وخاصـة مجالات البـحث العلمـى والطب والصناعة والزراعـة وذلك بسبب الحصول عـليها بكميات كبيرة وبأثمان زهيدة .

النظائر المشعة والبحوث العلمية :

من التطبيقات الهامة للنظائر المشعة فى مجال البحث العلمى استخدامها فى عمليات اقتفاء الأثر سواء فى البحوث الكيميائية أو البيولوجية حيث تدخل ذرة النظير المشع فى بعض المركبات لمعرفة تركيبها أو دراسة آثارها العلاجية سواء فى الجسم البشرى أو جسم الحيوان أو فى النبات .

ومن هذه التطبيقات أيضًا استخدامها فى بعض الصناعات الكيميائية مثل صناعات أدوات التجميل والأدوية وصناعات الألياف الصناعية والمطاط الصناعى والمنظفات الصناعية واستخلاص المعادن ومنتجات البلاستيك .

النظائر المشعة ومجالات الطب المختلفة :

تستخدم النظائر المشعة فى الطب سواء فى التشخيص أو فى العلاج . حيث يستخدم الكوبلت - ٦٠ فى علاج الأورام بأشعة جاما التى يصدرها . واليود - ١٣١ والذى يستخدم فى الكشف عن مدى كفاءة أداء الغدة الدرقية والكبد والكلى وفى الكشف على صمامات القلب وفى تقليل نشاط الغدة الدرقية لعلاج بعض حالات أمراض القلب مثل الذبحة الصدرية وهبوط القلب .

ويستخدم كذلك الصوديوم - ٢٤ فى الكشف عن كفاءة الدورة الدموية فى الشرايين التاجية مع تحديد أماكن الضيق بها . ونظير الفوسفور - ٣٢ فى علاج بعض أمراض الدم مثل مرض اللوكيميا ومرض زيادة كرات الدم الحمراء . وكذلك يستخدم الاسترونشيوم - ٩٠ فى علاج بعض أمراض العيون مثل الرمد الربيعى وبعض الأورام التى تصيب العين . ومن الاستخدامات الهامة للنظائر المشعة فى المجالات الطبية استخدامها فى تعقيم كافة الأدوات الطبية المستخدمة فى العلاج وفى العمليات الجراحية وذلك باستخدام أشعة جاما الصادرة من الكوبالت - ٦٠ .

النظائر المشعة ومجالات الصناعة :

عندما نتحدث عن استخدامات النظائر المشعة فى مجالات الصناعة المختلفة فإننا نجد صعوبة كبيرة فى حصر هذه المجالات والتى تشمل قياس معدل الانسياب والنقل والكشف عن بعض آلات التسرب ودراسة التآكل والكشف عن الكميات الضئيلة والكشف عن المواد بعيدة المنال وعمليات التصوير الذاتى بالإشعاع والمقاييس المختلفة والتى تشمل السمك والكثافة والارتفاع والمناسيب وعمليات اقتفاء الأثر .

أما الصناعات فسوف نذكر منها : صناعة المنتجات البترولية والفحم وصناعات اللب والورق والمنتجات الورقية والمواد الغذائية والدوائية ومواد التجميل . والصناعات البتروكيميائية مثل الألياف الصناعية والبلاستيك والمطاط الصناعى والمنظفات الصناعية وغيرها . وكذلك الصناعات المعدنية وصناعة السيارات وفى صناعة البطاريات النووية وفى صناعة الساعات الرقمية . وكذلك تستخدم النظائر المشعة فى التنقيب عن البترول والكشف عن المعادن . وأيضًا تستخدم فى عمليات التصوير الإشعاعى باستخدام أشعة جاما .

النظائر المشعة ومجالات الزراعة :

من الاستخدامات الهامة للنظائر المشعة استخدامها فى مجالات الزراعة المختلفة سواء ما يختص بالتربة ومياه الرى وأنواعها واستخدام الأسمدة المناسبة بالإضافة إلى مقاومة الحشرات الضارة بالنبات وأيضًا فيما يتصل بتنمية الثروة الحيوانية وأخيرًا استخداماتها المتعددة فى مجال حفظ الأغذية بالإشعاع .

ونذكر هنا بعض الأمثلة بشيئ من التفصيل . ففى مجال استخدام الأسمدة أمكن باستخدام النظائر المشعة من معرفة المقادير

الدقيقة من العناصر التى يحتاجها النبات لنموه . وبذلك أمكن توفير الكثير من النفقات التى تهدر هباء نتيجة الاستخدام الزائد للأسمدة .

وفى مجال آخر وهو مقاومة الحشرات الضارة سواء للإنسان أو للنبات . فقد قاومها الإنسان باستخدام المبيدات الحشرية (Insecticides) حيث وجد بعد استخدامها المكثف لعدة عقود أن هذه الحشرات قد اكتسبت مناعة ضد هذه المبيدات . أضف إلى ذلك فإن استخدام هذه المبيدات الحشرية لها من الآثار السلبية والضارة للإنسان والحيوان والنبات .

ومن هنا فقد استخدمت أشعة جاما الصادرة من الكوبالت - ٦٠ فى تعقيم ذكور الحشرات حيث أدى ذلك إلى القضاء على نسبة كبيرة من هذه الحشرات الضارة . وواضح أن استخدام هذه الطريقة يؤدى إلى الحفاظ على البيئة من التلوث . وأيضًا توفير الكثير من النفقات فى مقاومة هذه الحشرات .

وأخيراً فإننا نذكر مجالاً هامًا لاستخدام النظائر المشعة فى مجالات الزراعة وهو حفظ الأغذية والمحاصيل بالإشعاع . فمن المعروف أن الإنسان استخدم عدة طرق مختلفة ومازال لحفظ الغذاء من الفساد مثل التبريد والتجميد والتجفيف والتعليب .

وبعد ذلك استخدم طريقة الاشعاع فى حفظ غذائه حيث تتميز بالسرعة وقلة التكاليف . ومن المفيد أن نذكر أن الدور الذى يقوم به الاشعاع فى حفظ الأغذية هو تثبيط أو تحطيم خلايا البكتيريا والكائنات الحية الدقيقة الأخرى الملوثة للغذاء . ونذكر أيضًا أن استخدام الجرعات المنخفضة من الإشعاع يؤدى إلى إنخفاض فى معدل فقد الفيتامينات بالمقارنة لما يحدث عند استخدام طرق التجفيف أو التجميد أو التعليب . أما إذا استخدمت جرعات مرتفعة من الاشعاع فإن فقد الفيتامينات يزداد . ولعلاج هذا النقص فى الفيتامينات يلزم إضافة بعض مستحضرات هذه الفيتامينات إلى الأغذية المعالجة بالإشعاع .

وتنقسم طرق المعالجة بالإشعاع إلى طريقتين : الطريقة الأولى وتعرف باسم البسترة بالاشعاع . حيث تستخدم الجرعات المنخفضة من الإشعاع . أما الطريقة الثانية فتعرف باسم التعقيم . حيث يستخدم لها جرعات مرتفعة من الاشعاع .

وتحفظ الأغذية باستخدام أشعة بيتا أو أشعة جاما . ومن المفيد أن نذكر أن استخدام أشعة جاما هو الأكثر انتشارًا بسبب زيادة معدل تخللها داخل الأنسجة . وتقاس قوة جرعة الاشعاع بوحدات تعرف باسم الراد (Rad) .

النشاط الإشعاعى الطبيعى

(Natural Radioactivity)

كان الفيلسوف الاغـريقى ديموقريتس (Democritus) قد أشار إلى أن المواد تتركب من جسيمات دقيقة لا يمكن تجزئتها .

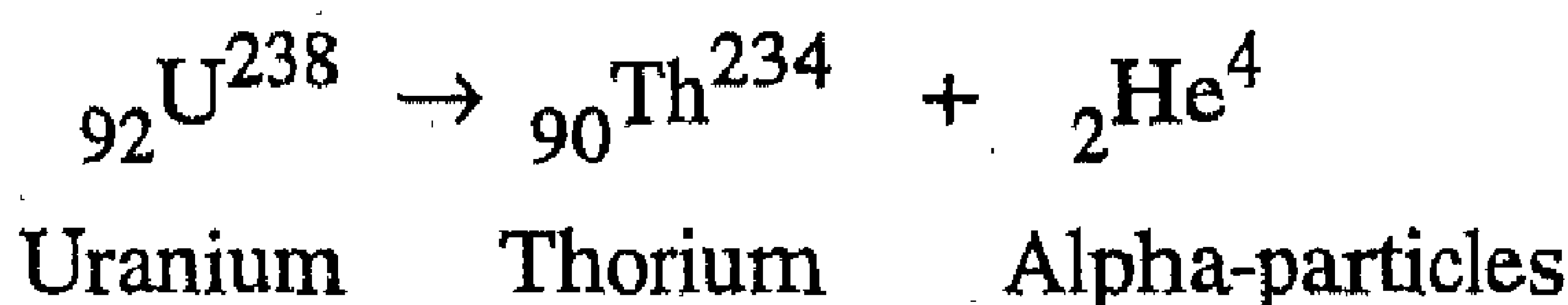
وفى بداية القرن التاسع عشر قدم العـالم الكيميائى البريطانى جون دالتون (John Dalton) نظريته عن الذرة حـيث افترض أنها أصغر جزء من العنصر وان ذرات العنصـر الواحد متشابهة ولكنها تختلف من عنصر إلى آخر .

وفى نهاية القـرن التاسع عشر اكتشف العالم الـفرنسى هنرى بيكريل (Henri Becquerel) أن بعض العناصر مثـل اليورانيوم لها خاصية أطلق عـليها اسم النشاط الاشعاعى . وقد تـبعه بعد ذلك العالمان الـفرنسيان بيـير ومارى كورى (Pierr and Marie Curie) باكـتشـاف بعـض العـناصـر الأخرى المـشعـة مثـل البـولونـيوم (Polonium) والراديوم (Radium) .

والنشاط الاشعـاعـى الطبيعـى ما هو إلا تفتت تلقـائى لنواة ذرة العنـصـر المشع حـيث تخرج من نواتـه إشعاعات غير مـرئية تشمل :

١ - **النوع الأول** : تعرف بأشعة ألفا . وجاء الاسم من الحرف اليونانى (ألفا ∝) . وهى تشبه تركيب نواة ذرة الهليوم ($_2He^4$) أى مكونة من اثنين من البروتونات واثنين من النيوترونات . وخصائص أشعة ألفا هى : جسيمات مادية لها كتلة تكافئ كتلة نواة عنصر الهليوم وهى موجبة الشحنة وتتأثر بالمجالات المغناطيسية والكهربية . وسرعتها أقل كثيراً من سرعة الضوء . كما أن قدرتها على النفاذ فى المواد ضعيفة . ولها تأثير على ألواح التصوير الفوتوغرافى . كما تحدث وميض لبعض المواد الكيميائية . ولها قدرة كبيرة على تأين الغازات .

ومن المفيد أن نذكر أنه بانبعاث أشعة ألفا من نواة ذرة عنصر مشع يتكون عنصر آخر جديد يقل العدد الذرى له بمقدار ٢ . كما يقل الوزن الذرى له بمقدار ٤ عن العنصر الأصلى . ولتوضيح ذلك نذكر أن عنصر اليورانيوم (Uranium) يشع جسيمات ألفا حيث يتكون عنصر آخر وهو الثوريوم (Thorium) كما يتضح ذلك من المعادلة النووية الآتية :



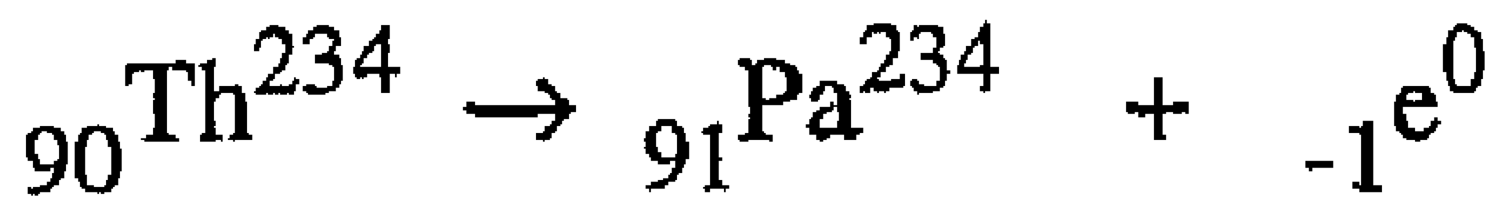
$$_{92}U^{238} \rightarrow {}_{90}Th^{234} + {}_2He^4$$

Uranium Thorium Alpha-particles

٢ – النوع الثانى : تعرف بأشعة بيتا حيث جاء الاسم من الحرف اليونانى (بيتا B) وهى مكونة من الإلكترونات أى سالبة الشحنة . وخصائص أشعة بيتا تشمل : جسيمات مادية متوسطة الكتلة بين أشعة ألفا وأشعة جاما . وهى سالبة الشحنة وتتأثر بالمجالات المغنطيسية والكهربية . وسرعتها أقل قليلاً من سرعة الضوء . وقدرتها على النفاذ فى المواد متوسطة . ولها تأثير على ألواح التصوير الفوتوغرافى كما تحدث وميض لبعض المواد الكيميائية . ولها أيضًا قدرة متوسطة على تأين الغازات .

وعند انبعاث أشعة بيتا من نواة ذرة عنصر مشع يتكون أيضًا عنصر آخر جديد يزيد العدد الذرى له بمقدار ١ عن العنصر الأصلى . بينما يبقى الوزن الذرى له ثابتًا لا يتغير .

وتفسير ذلك هو أن أحد النيوترونات داخل النواة قد تحول إلى بروتون موجب والكترون سالب ويتبع ذلك خروج الالكترون على صورة أشعة بيتا . بينما يبقى البروتون داخل النواة وبالتالى يقل عدد النيوترونات بمقدار واحد ويزداد عدد البروتونات بمقدار واحد أيضًا أى أن الوزن الذرى يظل ثابتًا . بينما يزداد العدد الذرى بمقدار واحد . ومثال ذلك :



$$_{90}Th^{234} \rightarrow {}_{91}Pa^{234} + {}_{-1}e^{0}$$

Thorium Protactinium Beta-Particles

٣ - النوع الثالث : تعرف بأشعة جاما (γ) وهى تتكون من موجات كهرومغناطيسية (Electromagnetic Waves) كبيرة الشبه بالأشعة السينية (x-Rays) وخصائص أشعة جاما هى : موجات كهرومغناطيسية عديمة الكتلة وأيضًا عديمة الشحنة . ولا تتأثر بالمجالات المغناطيسية والكهربية . وسرعتها تعادل سرعة الضوء بالتقريب . وقدرتها على النفاذ فى المواد قوية كما تؤثر على ألواح التصوير الفوتوغرافى وتحدث وميض لبعض المواد الكيميائية . وأيضًا ضعيفة القدرة على تأين الغازات .

وعند انبعاث أشعة جاما من نواة ذرة العنصر المشع فإنه لا يحدث أى تغير فى كلا من العدد الذرى والوزن الذرى عن العنصر الأصلى حيث أن أشعة جاما هى موجات كهرومغناطيسية وليست جسيمات مادية .

وأخيراً نذكر ما يعرف باسم فترة نصف العمر (Half-Life Period) للعنصر المشع وهى تعبر عن الزمن اللازم ليتحلل فيه نصف عدد أنوية العنصر . أو الزمن الذى يفقد فيه العنصر المشع

نصف كتلته . وفترة نصف العمر تختلف من عنصر مشع إلى آخر . فهى تقدر بفترات زمنية مختلفة ابتداء من أجزاء الثوانى وإنتهاء بالملايين من السنين .

النشاط الإشعاعى الصناعى (Artificial Radioactivity) :

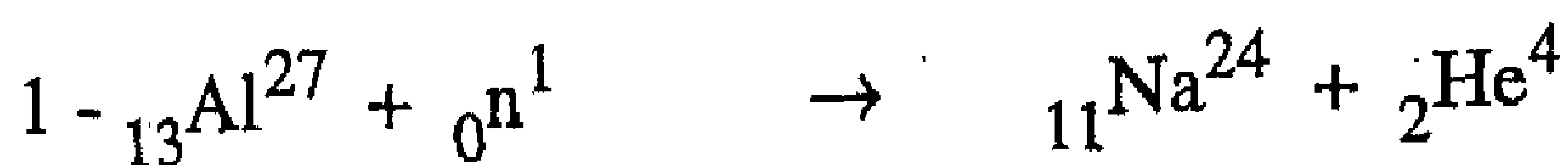
منذ قديم الزمان والإنسان يحاول الوصول إلى طريقة لتحويل العناصر الرخيصة إلى عناصر ثمينة مثل الذهب . وقد حاول الكثير من الكيميائيين القدماء إتمام ذلك التحويل إلا أنهم أخفقوا جميعًا وباءت جميع تجاربهم فى ذلك بالفشل الذريع بطبيعة الحال .

وبداية يلزم هنا التفرقة بين التفاعلات الكيميائية العادية وبين التفاعلات النووية والتى نتحدث عنها فى النشاط الإشعاعى الصناعى . فالنوع الأول وهى التفاعلات الكيميائية فهى تحدث عن طريق الإلكترونات الموجودة فى المستوى الخارجى للذرة وتتم فى ظروف عادية من درجات الحرارة وينتج عنها مقدار محدود من الطاقة . وفى هذه التفاعلات لا يتم تحويل عنصر إلى آخر بالإضافة إلى أن تفاعلات نظائر العنصر الواحد تعطى نفس النواتج فى التفاعل الكيميائى .

أما التفـاعلات النووية والتى نحـن بصدد الحديث عنهـا فإنها تحدث بين أنوية ذرات العـناصر والقذائف الموجهة إليـها حيث تتم تحت تأثـير جهد كـهربى عال أو بـقذف الأنوية . وكـنتيجـة لهذه التفاعلات النووية ينطلق كميات هائلة من الطاقة مع تكوين عنصر آخر يخـتلف تمامًا عن الـعنصر الأصلـى . كا أن تفاعلات نـظائر العنصر الواحد تعطى نواتج مختلفة فى التفاعل النووى .

والنشاط الإشعاعى الصناعى يشـمل التفاعلات النووية والتى يمكن إجراؤها بواسطة إطلاق إحدى القذائف (Projectiles) والتى تشمل النيوترونات ($_{0}n^{1}$) أو البروتـونات ($_{1}H^{1}$) أو الديوتيرونات ($_{1}H^{2}$) أو جسيمات ألفا ($_{2}He^{4}$) على نواة عنصر والتـى ينتج عنها اضطراب نووى داخل نواة العنصر ممـا يؤدى فى النهاية إلى تكون عنـصر آخر جديـد أو نظيـر آخر لنفـس العنـصر ويصحـب ذلك إنطـلاق كميات هـائلة من الـطاقة . ويتـم ذلك داخل ما يـعرف بالمفاعلات النووية (Nuclear Reactors) .

ومن المفـيد أن نذكر فـى هذا الصدد أن الـتفاعلات الـنووية ونواتجها تتوقف على نوع وطاقة القذيفة بالإضافة إلى نوع العنصر المقذوف . ويتضح ذلك من التفاعلات النووية الآتية :



1 - ${}_{13}Al^{27} + {}_{0}n^{1} \rightarrow {}_{11}Na^{24} + {}_{2}He^{4}$

Aluminium Neutron Sodium Alpha-Particles



2 - ${}_{7}N^{14} + {}_{2}He^{4} \rightarrow {}_{8}O^{17} + {}_{1}H^{1}$

Nitrogen Alpha-Particles Oxygen Proton



3 - ${}_{53}I^{127} + {}_{0}n^{1} \rightarrow {}_{53}I^{128}$ + Gamma-Rays

Iodine Neutron Iodine Gamma-Rays



4 - ${}_{3}Li^{7} + {}_{1}H^{1} \rightarrow {}_{2}He^{4} + {}_{2}He^{4}$ + Energy

Lithium Proton Alpha-Particles Energy



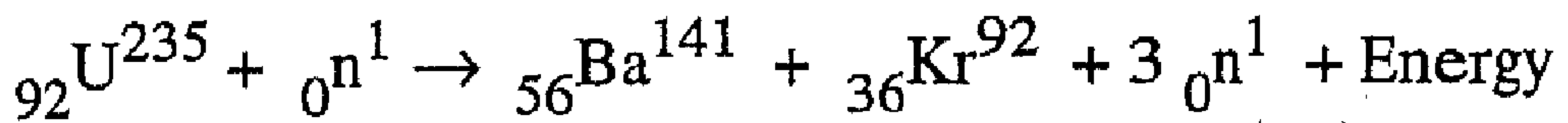
5 - ${}_{6}C^{12} + {}_{1}H^{2} \rightarrow {}_{5}B^{10} + {}_{2}He^{4}$

Carbon Deuteron Boron Alpha-Particles

التفاعلات الانشطارية النووية

(Nuclear Fission Reactions)

كان الكثير من العلماء يحاولون إلى جانب العالم الإيطالى فرمى (Fermi) صنع الذرة ذات العدد الذرى رقم (٩٣) بقذف عنصر اليورانيوم بالنيوترونات . ومن هؤلاء العلماء إثنان من الألمان هما أتوهان (Otto Hahn) وفريتز اشتراسمان (fritz Strassmann) حيث قاما عام (١٩٣٩) باكتشاف أن ذرة عنصر اليورانيوم يمكن أن تنقسم إلى عنصرين مختلفين إذا قذفت بالنيوترونات عالية الطاقة بالإضافة إلى انطلاق كمية هائلة من الطاقة وفقًا للمعادلة :



$$_{92}U^{235} + {_0}n^1 \rightarrow {_{56}}Ba^{141} + {_{36}}Kr^{92} + 3\ {_0}n^1 + \text{Energy}$$

ويطلق على التفاعل السابق اسم التفاعل المتسلسل (Chain Reaction) حيث أن النيوترونات الناتجة من هذا التفاعل تصطدم بنواة ذرة يورانيوم أخرى حيث يحدث تفاعل نووى جديد ينتج عنه أيضًا من النيوترونات والتى تصطدم بنواة ذرة يورانيوم ثالثة . وهكذا يستمر سريان التفاعل المتسلسل . وهذا النوع من

التفاعلات يعرف باسم التفاعلات الانشطارية (Fission Reactions) وفيها يتم قذف نواة ذرة عنصر مشع بقذيفة نووية (Projectile) حيث ينتج عن ذلك انشطار نواة العنصر المشع إلى نواتين لعنصرين مختلفين مع تكون عدد من النيوترونات إضافة إلى كميات هائلة من الطاقة .

ومن المفيد أن نذكر هنا أن هناك نظيرين لعنصر اليورانيوم . الأول هو اليورانيوم (٢٣٥) ($_{92}U^{235}$) وهو القابل للانشطار . والنظير الثانى هو اليورانيوم (٢٣٨) ($_{92}U^{238}$) وغير قابل للانشطار ، وأيضًا نذكر أن اليورانيوم الطبيعى والمستخدم عادة فى المفاعلات النووية يحتوى على نسبة تبلغ ٠,٧ ٪ من اليورانيوم (٢٣٥) على وجه التقريب . بالإضافة أيضًا إلى استخدام اليورانيوم والذى يحتوى على نسبة ٢ - ٤ ٪ من اليورانيوم (٢٣٥) فى الكثير من الحالات .

كذلك فإننا نذكر أيضًا أنه لبدء هذا التفاعل المتسلسل يلزم وجود قدر معين من المادة التى تقبل الانشطار وذلك حتى يمكن للنيوترونات الناتجة أن تصطدم بذرات جديدة وتؤدى إلى انشطارها وبالتالى يحدث التفاعل المتسلسل .

ويسمى أقل قدر من المادة يسمح لبدء التفاعل المتسلسل باسم الكتلة الحرجة (Critical Mass) فمثلاً عند استخدام كمية أقل من الكتلة الحرجة لا يحدث التفاعل المتسلسل . ولكنه يحدث فقط عند استخدام كمية مساوية لها أو كمية أكبر منها . وتعتمد كمية الكتلة الحرجة على نوع المادة المستخدمة للانشطار وأيضًا على شكلها .

المفاعل النووى الانشطارى

(Fission Nuclear Reactor)

هو الجهاز الخاص والذى يتم بداخله التفاعل المتسلسل حيث يتكون من الأجزاء التالية :

١ - قلب المفاعل (Core of Reactor) :

عبارة عن حجرة مكعبة الشكل مصنوعة من الجرافيت النقى حيث يتخللها بعض الفتحات والتى يوضع بها قضبان الوقود النووى أى المادة القابلة للانشطار . وأيضًا يوجد بعض المواد المهدئة والتى لها القدرة على أن تبطئ من سرعة النيوترونات والتى تستخدم فى عملية انشطار اليورانيوم (٢٣٥) . بالإضافة إلى وجود عاكس من الجرافيت يحيط بقلب المفاعل حيث يعمل على عدم تسرب النيوترونات خارج المفاعل .

٢ - أنابيب تبريد المفاعل (Cooling System) :

ينتج من التفاعل المتسلسل كميات هائلة من الحرارة داخل قلب المفاعل . وللتخلص من هذه الحرارة يمرر السائل المبرد داخل قلب المفاعل محيطًا بالوقود النووى حيث يستخدم الماء عادة والذى

تـرتفـع درجة حـرارته ويـتحـول إلى بـخار يـستـخدم فـى إدارة التوربينات وتوليد الكهرباء .

كذلك يمكن استخدام الغازات فـى تبريد المفاعلات النووية . ومن أمثلـتها غاز ثانى أكسيـد الكربون وغاز الهلـيوم . وفى هذه الحالة يستخدم الجرافيت فى تهدئة التفاعل النووى المتسلسل بإبطاء سرعة النيوترونات .

٣ - قضبان التحكم (Controlling System) :

توضع هذه القضـبان فى قلب المفاعل حيث تـصنع من مواد خاصة مثل البورون أو الكادميوم لها خاصية امتصاص النيوترونات حيث يمكن رفعها أو خفضها داخل قلب المفاعل حيث تعمل على ضبط التفاعل الانـشطارى المتسلسل وبالتالى فـى قدرة المفاعل فى توليد الطاقة .

٤ - الدرع الصلب (Steel Shield) :

هو عبارة عن وعاء من الصلب يحـيط بالمفاعل وأيضًا بأجهزة التبريد .

٥ - الدرع الخرسانى (Concrete Shield) :

هو جدار سميك من الخرسانة المسلحة والتى يبلغ سمكها حوالى المترين يحيط بالدرع الصلب . ووظيفته امتصاص النيوترونات التى قد تتسرب . وأيضًا لمنع تسرب أى إشعاعات ذرية أخرى .

أنواع المفاعلات (Kinds of Reactors) :

يوجد نوعان من المفاعلات النووية :

النوع الأول يعرف باسم مفاعلات الأبحاث (Research Reactors) حيث يستخدم فى إجراء البحوث العلمية وأيضًا إنتاج النظائر المشعة والتى تستخدم فى عدة مجالات مختلفة مثل الطب والصناعة والزراعة (أنبه القارئ بأنه قد سبق الكلام عن الاستخدامات المختلفة للنظائر المشعة فى موضع آخر من هذا الكتاب) .

والنوع الثانى يعرف باسم مفاعلات القوى (Power Reactors) وهى المفاعلات الخاصة بإنتاج الطاقة حيث يتم إنتاج طاقة حرارية كبيرة تستخدم فى توليد البخار والذى بدوره يستخدم فى إدارة التوربينات لتوليد الكهرباء .

ومن المفيد أن نذكر أن كفاءة المفاعل النووى تقل تدريجيًا بمرور الزمن . ويعزى ذلك إلى أن بعض ذرات المادة المستخدمة كوقود تتحول عند انشطارها إلى ذرات عناصر أخرى غير مشعة حيث تمتص الكثير من النيوترونات السريعة والتى تنتج من الوقود الأصلى المستخدم . وذلك يؤدى إلى النقص فى معدل التفاعل المتسلسل وبالتالى يقلل من كفاءة المفاعل النووى .

التفاعلات الاندماجية النووية

(Nuclear Fusion Reactions)

يشمل هذا النوع من التفاعلات اندماج نواتين أو أكثر لعنصر معين حيث ينتج عن هذا الاندماج نواة عنصر آخر تكون كتلته أقل من مجموع كتل الأنوية المندمجة . وهذا النقص فى الكتلة يتحول إلى طاقة هائلة وفقًا لقانون العالم الفيزيائى الشهير ألبرت أينشتاين (Albert Einstein) ($E = m c^2$) حيث (E) تمثل الطاقة و (m) تمثل الكتلة و (c) تمثل سرعة الضوء .

ويتم الحصول على هذه الطاقة الهائلة بإندماج أنوية ذرات الهيدروجين . ويحدث ذلك الإندماج بسهولة عن أى عنصر آخر حيث أن قوى التنافر بين الأنوية ضعيفة لاحتواء نواة ذرة

الهيدروجـين على بروتون واحد حيـث تكون الشحنة عـلى النواة صغيرة للغاية بالمقارنة لأى عنصر آخر .

ومن المفـيد أن نذكر هنـا أن الطاقة الشـمسية الهـائلة (Solar Energy) تنتج من إندماج ذرات الهيدروجين داخل الشمس .

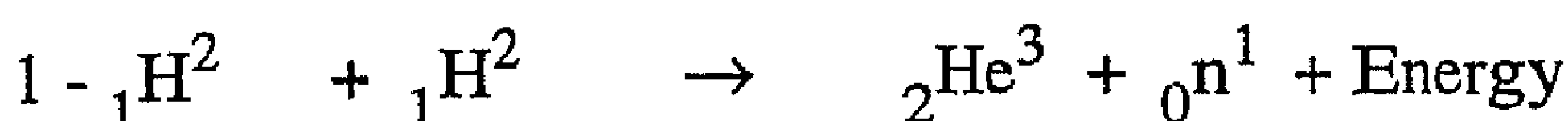
وفى التـفاعلات الاندمـاجية غالـبًا ما يستـخدم بعض نـظائر الهيدروجين مثل نظـير الديوتيريوم (Deuterium ; $_1H^2$) ونظير التريتيوم (Tritium ; $_1H^3$) .

ونظائر الهـيدروجين يمكن الحصول علـيها بالتحليـل الكهربى للماء . إضافة إلـى ذلك فإن مياه البحار والمحيطات تـعتبر مصدراً هائلاً لا يفنى للـحصول على هذه النظائر اللازمة لـلحصول على هذه الطاقة الاندماجية النووية الهائلة .

وهناك بعض الـصعوبات فى التفاعلات الاندمـاجية لا نجدها فى التفاعـلات الانشطارية . وأهم هذه الصعوبـات أن التفاعلات الاندمـاجيـة تحتـاج إلى طاقـة حراريـة عاليـة تصـل إلى مـلايين الدرجـات المئويـة لتـصبح أنـوية نظـائر الهـيدروجـين خاليـة من الكتروناتها حـتى تسهل عملية الاندماج . ولذلك يـستخدم تفاعل انشطارى متسلسل للحصول علـى هذه الطاقة اللازمة لبدء التفاعل الاندماجى .

ومن المـفيد أن نـذكر هنـا فى هذا الـصدد أن تسـخين ذرات الهيدروجين إلى هذه الدرجات العالية والتى تبلغ ملايين الدرجات المئويـة يحولها إلـى صورة جديدة من المـادة تعرف باسم الـبلازما (Plasma) حيـث تكـون فيـها المـادة علـى هيـئة أنـوية مـنفـردة والكترونات حرة ذات سـرعات هائلـة . وهذا ما يحـدث داخل الشمس نتيجة لما يجرى بها من التفاعلات الاندماجية النووية .

ومن أمثلة التفاعلات الاندماجية النووية نذكر ما يلى :



$$1 - {}_{1}H^{2} + {}_{1}H^{2} \rightarrow {}_{2}He^{3} + {}_{0}n^{1} + \text{Energy}$$

Deuterium Helium Neutron



$$2 - {}_{1}H^{3} + {}_{1}H^{2} \rightarrow {}_{2}He^{4} + {}_{0}n^{1} + \text{Energy}$$

Tritium Deuterium Helium Neutron

وبمقارنة التفاعلات الاندماجية بـالتفاعلات الانشطارية نلاحظ أن هناك عدة مزايا فى الحصول على الطاقة الاندماجية والتى منها أن نسبة الاشعاعات الصادرة من التفـاعلات الاندماجية أقل بكثير من تلك الإشعاعات الصادرة من الـتفاعلات الانشطارية . كذلك توافر نظائر الـهيدروجين فى مياه البحار والمحـيطات . إضافة إلى

ذلك الحصول على طاقة حرارية هـائلة وأيضًا الحصول على طاقة كهربية مباشرة .

وبالمقابل فإن الـتفاعلات الاندماجية تواجه بـعض الصعوبات والمتمثلة فى صعوبة الحصـول على درجات حرارة والتى تصل إلى ملايين الدرجات المئـوية لبدء التفاعل الاندماجـى (وقد ذكرنا ذلك من قـبل) . إضافة إلـى ذلك فإن جدران المـفاعل الاندمـاجى لا تستطيع أن تتحمل درجات الحرارة الـعالية والتى تصل إلى ملايين الدرجات المئوية دون أن تنصهر .

وقد تمكن الـعلماء من التغلـب على هذه الصعوبة بـاستخدام طريقتين لـتقييد واحتواء البـلازما وهى الصورة التى يوجـد عليها نظائر الهيـدروجين فى درجات الحرارة العالية . فالـطريقة الأولى تشـمل استـخدام أشعـة الليـزر . والثانـية يسـتخدم فـيها مـجال مغنـاطيسى قوى يـعمل على تـركيز أنوية الـهيدروجين بعـيداً عن جدران المفاعل .

واستكـمالاً لحديثنا عـن التفاعلات الانـدماجية النوويـة فمن المفيد أن نذكر أيضًا أنه يمكن حدوث التفاعلات الاندماجية النووية لذرات الهيدروجين وتحولها إلى ذرات الـهليوم مع انطلاق كميات

هائلة من الطاقة دون الحاجة إلى الوصول إلى درجات الحرارة الهائلة والتى تصل إلى ملايين الدرجات المئوية . ويتم ذلك باستخدام بعض الجسيمات الأولية والسالبة التكهرب والتى تعرف باسم الميونات (Muons) وفى هذه الحالة فإن درجة الحرارة المناسبة لحدوث تفاعل الاندماج النووى فى وجود الميونات لا تتجاوز الألف درجة مئوية وهى درجة حرارة منخفضة جداً بالمقارنة مع درجة حرارة الملايين من الدرجات المئوية . ويطلق على هذه الطريقة والتى تستخدم فيها الميونات اسم الاندماج النووى البارد .

المؤلف فى سطور

أستاذ دكتور / توفيق محمد محمد قاسم

- من مواليد القاهرة حيث تخرج من المدرسة القربية الابتدائية والمدرسة الابراهيمية الثانوية .
- بكالوريوس علوم بتقدر عام «جيد جداً» قسم الكيمياء التطبيقية من جامعة عين شمس عام ١٩٦٤ .
- ماجستير علوم فى الكيمياء العضوية التطبيقية من جامعة القاهرة عام ١٩٦٨ .
- دكتوراه فلسفة فى الكيمياء العضوية التطبيقية «البتروكيماويات» من جامعة عين شمس عام ١٩٧٣ .
- مساعد باحث ومدرس مساعد بالمركز القوى للبحوث أعوام ١٩٦٤-١٩٧٣ .
- باحث بالمركز القومى للبحوث أعوام ١٩٧٤-١٩٧٩ .
- أستاذ مساعد بمعهد بحوث البترول أعوام ١٩٧٩-١٩٨٤ .
- أستاذ بمعهد بحوث البترول منذ عام ١٩٨٤ .
- وكيل قسم البتروكيماويات من عام ١٩٨٧-١٩٩١ .
- رئيس معمل المواد ذات النشاط السطحى عام ١٩٩٤-١٩٩٧ .

- رئيس قسم البتروكيماويات بمعهد بحوث البترول من عام ١٩٩٧-١٩٩٩ .
- له حاليًا أكثر من ستين بحثًا منشورًا فى مجال البتروكيماويات فى المجلات العلمية المحلية والأجنبية .
- أشرف على العديد من رسائل الماجستير والدكتوراه .
- اشترك فى العديد من المؤتمرات العلمية المحلية والدولية .
- عمل كأستاذ مشارك بقسم الكيمياء بكلية العلوم التطبيقية والهندسية فى جامعة أم القرى بمكة المكرمة بالمملكة العربية السعودية .
- عمل كمستشار كيميائى بالغرف التجارية الصناعية بالمملكة العربية السعودية .
- عضو اللجنة العلمية الدائمة لترقية أعضاء هيئة البحوث لوظائف الأساتذة والأساتذة المساعدين بالمركز القومى للبحوث .
- عضو اللجنة العلمية الدائمة لترقية أعضاء هيئة البحوث لوظائف الأساتذة والأساتذة المساعدين بمعهد بحوث البترول .
- قام بتقديم الكثير من الاستشارات العلمية لبعض شركات

البترول وأيضًا لبعض شركات المنظفات الصناعية . كما شارك في بعض المشاريع القائمة بالمعهد .

- قام بتأليف الكتب العلمية بهدف نشر الثقافة العلمية وهي :

١ - كتاب «البترول والحضارة» .

٢ - كتاب «التلوث مشكلة اليوم والغد» . ضمن سلسلة العلم والحياة - عام ١٩٩٥ - الهيئة المصرية العامة للكتاب .

- قام بنشر الكثير من المقالات العلمية في مجلة العلم التابعة لأكاديمية البحث العلمي والتكنولوچيا ودار التحرير للطباعة والنشر . وأيضًا في مجلة الغرفة التجارية الصناعية بينبع بالمملكة العربية السعودية .

- حصل على جائزة الدولة في مجال «الثقافة العلمية» من أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا لعام ١٩٩٦ .

- نشر له كتابان . الأول بعنوان «التلوث مشكلة اليوم والغد» . والثاني بعنوان «البترول والحضارة» في المشروع الثقافي «مكتبة الأسرة» - مهرجان القراءة للجميع عام ١٩٩٩ .

- حصل على درع نادي أعضاء هيئة البحوث مع شهادة تقدير عام ٢٠٠١ .

الفهرس

الموضــــوع	الصفحة

الموضـــــوع	الصفحة

مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب

رقم الإيداع
٢٠٠٤ / ١٣٥٨٢ ISBN 977.01.9167.1

مهرجان القراءة للجميع



مكتبة الأسرة

هذا العام نحتفل ببلوغ مكتبة الأسرة عامها العاشر وقد أضاءت بنور المعـ[illegible]سرى بأكثر من ٨٠مليون نسخة كتاب من أمهات الكتب فى فروع المعرفة الإنسانية المختلـ[illegible]ات تفتحت عيون أطفال كانوا فى العاشرة من عمرهم على إصدارات مكتبة الأسرة وكا[illegible]ـر السنوات العشره الماضية لتلهب فى تلك العقول الشابة الآن نهم المعرفة من خلال ال[illegible] البداية أن المعرفة هى سلاحنا الأمضى لتأخذ مصر مكانتها فى ذلك العالم الجديد الذ[illegible] على القوة والمال لأنها تحمل الإنسان إلى آفاق لا حدود لها فى عالم متغير شعاره ثور[illegible]دفقها عبر كل وسائل الاتصال ولم يكن منطقيا أن نقف مكتوفى الأيدى.. فكانت مكـ[illegible]مت إسهامة أساسية نستقبل بها ذلك العصر الجديد. عصر المعرفة وإننا لنتطلع فى الا[illegible]صل مكتبة الأسرة ثمارها اليانعة وتساهم فى التغير المعرفى والتكنولوجى لمعطيات [illegible] لشبابنا أن يشارك بدور فاعل فى تقدم البشرية الجديد لنكون امتدادا حضاريا معاصرا [illegible]ة القديمة التى كانت أهم وأقدم الحضارات الإنسانية عبر التاريخ.

سوزان مبارك



الثمن : ١,٥ جنيه